Phys. g. 170-1
Physs. gen. 409
Physica. Systemata & methodi
185.
Phys. g. 170 (1
<36609340030017

<36609340030017

Lehrbuch

einer

Experimental = Naturlehre

für

junge Personen und Kinder

zu eignen Vorlesungen bestimmet,

von

Johann Christoph Heppe

Privatlehrer der Naturlehre, Mathematik und Oekonomie.

R

Erster Theil.

Mit einer Kupfertafel.

Gotha,

bey Carl Wilhelm Ettinger 1788.

Bayerische Staatsbibliothek München

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Lehrbuch

einer

Experimental-Naturlehre

für

junge Leute und Kinder

zum Gebrauch

als Vorlesungen bestimmt.

Einleitung.

Die Naturlehre überhaupt genommen, ist eine Wissenschaft, welche die Zusammensetzung, Wirkung und Veränderung der Körper in sich begreift, oder sie ist eine Kenntniß der natürlichen Begebenheiten, und ihrer Ursachen.

Daher ist die Naturlehre eine der weitläuftigsten Wissenschaften die wir haben; denn alles was wir von den Körpern überhaupt, und von den besondern Arten derselben wissen können, gehöret in dieselbe. Sie machet uns diese Körper bekannt, sie untersucht die Eigenschaften derselben, und zeiget die daraus folgenden Wirkungen an. Die Naturlehre unterscheidet sich von der Naturgeschichte dadurch, daß sie die Gesetze und die Ursachen von den Veränderungen, welchen die natürlichen Körper unterworfen sind, kennen lehret, dahingegen die Naturgeschichte sich nur blos bemüht, Merkmale aufzusuchen, um Körper von einander zu unterscheiden, und die mit ihnen vorgehenden Veränderungen zu zeigen.

Die Naturlehre ist also eine Wissenschaft von den Kräften der Körper in der Welt und demjenigen, was nach der Art und der Zusammensetzung ihrer Theile, durch ihre Kräfte, möglich ist. Z. B. Das Feuer brennet. Ferner lehret sie uns die Gesetze der Natur kennen, nach welchen die Begebenheiten in der Natur erfolgen müssen. — Denn alle Veränderungen welche in der Welt vorgehen, in so ferne sie die Körper betreffen, heissen Naturbegebenheiten, und sind Gegenstände der Naturlehre. Die Naturbegebenheiten, haben also ihren Grund in den Eigenschaften der Körper, deren ganzer Inbegriff, die Natur oder das Wesen derselben ausmacht. Wenn wir dahero aus unsern Beobachtungen über die Natur und den daraus gemachten Folgerungen, die Regel bestimmen, nach welchen sich diese oder jene Veränderungen, in der Körperwelt zutragen; so geben wir die Naturgesetze davon an.

Wenn man also von einer gewissen Naturbegebenheit zeiget, daß sie so, und nicht anders, nach einem oder mehrern richtig erkannten Naturgesetzen erfolgen müsse; so erklärt man diese Naturbegebenheit. Freilich muß man sich immer zuletzt auf gewisse Naturgesetze berufen; von denen sich weiter kein Grund angeben läßt, oder die man nicht weiter erklären kann, weil eine letzte Ursache

der

der Naturbegebenheit anzugeben Niemand im Stande ist.

Es geschiehet aber bisweilen, daß man nicht mit Gewißheit die Naturgesetze angeben kann, nach welchen sich gewisse Naturbegebenheiten richten; alsdann macht man eine Hypothese. Das ist: man nimmt alsdann an, sie geschehen auf diese oder jene Weise. — Daher, wenn eine Hypothese, an sich nichts widersprechendes, noch etwas, das gegen ausgemachte Wahrheiten, oder gegen völlig erwiesene Naturgesetze streitet, enthält, und dabey zur völligen und ungezwungenen Erklärung der Naturbegebenheit dient, so ist es wahrscheinlich, aber noch nicht ganz gewiß, daß man in ihr den richtigen Weg, die Natur zu erklären, getroffen habe. Diese Wahrscheinlichkeit kann auch selbst ausnehmend stark werden, wenn die Hypothese, die erforderlichen Eigenschaften in einem hohen Grade besitzt.

Ferner heissen wir, eine jede Erkenntniß, die wir durch die Werkzeuge unserer Sinne erlangen, eine Erfahrung. Die sinnliche Kenntniß von den Wirkungen und Erscheinungen des Körpers, so wie sie ohne unser Zuthun, blos nach dem Laufe der Natur geschehen, heißt, eine Beobachtung (observatio.) Setzen wir aber die Natur in solche Umstände, daß sie uns ihre Wirkungen se-

hen lassen muß, so machen wir einen Versuch, oder Experiment. Zum Beyspiel: Wenn die Sonne mit ihren Stralen in einer dunkeln Regenwolke, einen sogenannten Regenbogen mahlet, und wir die abgesonderten Farben desselbigen betrachten, so stellen wir eine Beobachtung an. Wenn wir aber die Sonnenstrahlen durch ein dreyeckigt geschlifnes Glas (Prisma) auf ein weisses Papier fallen lassen, und dadurch diese Farben hervorbringen, so machen wir einen Versuch, oder ein Experiment. Und daraus ist der Name Experimental-Naturlehre entstanden, welche eine Wissenschaft ist, wo man keinen andern physikalischen Lehrsatz annimmt, als der aus der Erfahrung unmittelbar hergeleitet ist, oder sich durch Versuche beweisen lässet; und diese soll eigentlich mein Augenmerk gegenwärtig seyn.

Kap.

Kapitel I.

Von den allgemeinen Eigenschaften der Körper.

§. 1.

Die Körper, mit denen wir beständig umgeben sind, haben eine zu mannigfaltige Wirkung auf uns, als daß nicht ihre nähere Betrachtung von dem größten Nutzen seyn sollte. Einer ansehnlichen Menge derselben, müssen wir uns täglich zur Unterhaltung unsers Lebens bedienen, und viele wirken auch ohne unsern Willen beständig auf uns. Der ordentliche Gebrauch von verschiedenen Körpern, macht unser Leben angenehmer und bequemer: Andere können uns auf mancherley Weise höchst gefährlich werden. Hieraus folget nun ganz klar, daß eine richtige Kenntniß der Körper, auf unser Wohl, unstreitig einen grossen Einfluß haben muß. Es ist daher nothwendig, daß wir uns die Eigenschaften und Kräfte der Materie oder Körper bekannt machen: das ist, diejenigen,

nigen, welche allen Arten von Körpern ohne Unterschied zukommen, oder eigen sind.

§. 2.

Die Eigenschaften der Körper werden auf zweyerley Weise eingetheilet, nämlich in allgemeine Eigenschaften; das ist in solche, die allen Körpern ohne Unterschied eigen sind, und in besondere Eigenschaften, das ist in solche, welche nur bey einigen Körpern angetroffen werden, bey einigen aber nicht zu finden sind.

§. 3.

Unter die allgemeinen Eigenschaften der Körper gehören: 1) Die Ausdehnung und Figur, 2) die Undurchdringlichkeit, 3) die Theilbarkeit, 4) die Porosität, 5) die Beweglichkeit, 6) die anziehende Kraft, 7) die Schwere. Unter die besondern Eigenschaften aber gehören folgende: die Durchsichtigkeit, die Festigkeit, die Farbe, die Wärme, die Kälte, die Weiche, die Schnellkraft oder Federkraft, (Elasticität) die Rauhigkeit, die, Glätte, die Flüssigkeit, u. s. w. Denn diese findet man bisweilen an den Körpern, bisweilen sind sie wieder nicht da.

§. 4

Die erste allgemeine Eigenschaft der Körper ist also die Ausdehnung und Figur; denn wir können

nen uns keinen Körper vorstellen, ohne uns denselben als ausgedehnt zu gedenken. Allein diese Ausdehnung hat ihre bestimmten Grenzen, und daher hat ein jeder Körper seine Figur. Z. B. wenn ich von A bis B eine gerade Linie ziehe, so ist A der Anfang und B ist das Ende dieser Ausdehnung. Auf diese Art entstehet die Figur oder Gestalt der Körper.

In den Vorlesungen, werde ich solches durch geometrische Figuren zu erweisen nicht unterlassen.

§. 5.

Es wird aber, zu dem Wesen eines Körpers, ausser der Ausdehnung noch etwas erfordert; denn nicht alles was ausgedehnt ist, ist deswegen nothwendig ein Körper; denn sonst müste eine jede Linie, ja selbst der leere Raum, ein Körper seyn, denn beyden kann die Ausdehnung nicht abgesprochen werden; sondern es wird noch dasjenige was wir Materie zu nennen pflegen und das den Körper undurchdringlich macht, oder verhindert, daß da, wo ein gewisser Körper ist, nicht zu gleicher Zeit ein anderer Körper seyn kann — erfordert.

Diese Eigenschaft macht es, daß jeder Körper einem jeden andern Körper, der sich in den Besitz desjenigen Raumes setzen will, welchen der erste

erste einnimmt, auf eine unüberwindliche Art widerstehet.

§ 6.

Um einen ganz einfachen Beweiß hiervon zu geben, daß diese Eigenschaft einem jeden Körper zukomme, darf ich mich nur auf die Undurchdringlichkeit desjenigen Körpers berufen, welcher unter allen Körpern am wenigsten undurchdringlich ist, ich meyne die Luft; von deren hinlänglich erwiesener Undurchdringlichkeit, man auf diese Eigenschaft bey allen übrigen Körpern schliessen kann. Man kann dieses sehr deutlich ersehen, wenn man ein leeres Glas oder Becher, umgekehrt, senkrecht auf die Oberfläche des Wassers in einem größern Gefäße, herabläßt. Jemehr man auf den umgekehrten Becher herunterwärts drücket, desto mehr erniedrigt sich zugleich die Fläche des Wassers, so weit als die Oeffnung des Bechers geht.

In den Vorlesungen werde ich dieses mit einem gläsernen Cylinder, der an einem Ende mit einer Blase zugebunden ist, zeigen; wenn man da mit einer Nadel ein Löchlein hineinsticht, so kann man bey dem Eindringen des Wassers den Ausgang der Luft verspüren.

§ 7.

Da man indessen über die Erscheinungen, welche uns die Natur zur Untersuchung darbietet, gemei=

gemeiniglich am wenigsten nachzudenken pfleget, so hält man im gemeinen Leben verschiedene Körper für durchdringlich. Und wie oft sagt man nicht, daß der Kaffee den Zucker durchdringe, den man hinein thut, oder daß das Wasser in den Schwamm dringe den man auf dasselbe leget, daß es in einen Sandhügel dringe, an dem es hinfließet.

Ob nun gleich diese Art zu reden, durch den allgemeinen Gebrauch, bey den Naturlehrern selbst eingeführet ist, so ist sie dennoch ganz unrichtig, und es ist der Sache weit angemessener und richtiger gesprochen, wenn man saget, der Kaffee löse den Zucker auf, oder der Schwamm sauge das Wasser in seine Höhlungen ein, und das Wasser fließe zwischen den Sandkörnern in den Hügel.

§. 8.

Die dritte Eigenschaft eines Körpers ist nach unserer oben gemachten Eintheilung, die Theilbarkeit. Denn diesen Satz: **Alle Körper sind theilbar,** wird Niemand in Zweifel ziehen, so lange man dabey nicht an die ersten Bestandtheile der Körper denket. Denn alle Körper, welche wir vermöge unserer Sinnen erkennen können, sind zusammengesetzte Dinge; da nun alle zusammengesetzte Dinge aus verschiedenen Theilen bestehen müssen, welche ihre Zusammensetzung erst möglich machen, so folget hieraus ganz deutlich, daß auch

alle Körper sich bis auf ihre ersten Bestandtheile müssen zertheilen lassen. Ob aber diese Theilbarkeit bey allen Körpern bis auf ihre ersten Grund- oder Bestandtheile, zuwege zu bringen, nicht die menschlichen Kräfte übersteiget? ist eine Frage, die schwer zu beantworten ist. — So viel ist indessen doch richtig, daß man diese Theilbarkeit bey einigen Körpern sehr weit getrieben hat. Wenn man zum Beyspiel die ausserordentliche Theilbarkeit einiger Körper in Erwägung ziehet, welche uns durch die Erfahrung bekannt geworden sind, von welchen ich nur ein Paar anführen will.

Man hat aus der Erfahrung gefunden, daß ein einziger Gran Karmin, das ist der 240ste Theil eines Loths, einer so großen Menge Wassers, als erforderlich ist, eine Wand von 288 Quadratschuhen zu überstreichen, eine röthliche Farbe mittheilet; da nun eine solche Fläche = 1,134,934,592 Quadratpunkten (das ist: eilfhundert und vier und dreyßig Millionen, neun hundert vier und dreyßig tausend, fünfhundert zwey und neunzig.) enthält; so enthält folglich der 240ste Theil eines Loths von Karmin, ebenfalls 1,134,934,592, noch mit dem blosen Auge sichtbare Theilchen. Ausser diesen geben auch verschiedene Künste eine Probe von dieser ausserordentlichen Theilbarkeit der Körper, an die Hand, und wir sehen, daß der Golddrath, woraus unsere

Tressen

Treffen bestehen, nur ein vergoldeter Silberdrath ist. Dieser wird auf folgende Art zubereitet: Man belegt einen silbernen Cylinder, mit geschlagenen Goldblättchen, und man rechnet gewöhnlich eine Unze oder zwey Loth Gold, womit der ganze Cylinder, welcher 22½ Pfund wiegt, vergoldet wird; ein solcher Cylinder ist 22 Zoll lang und 15 Linien im Durchmesser dick. Dieser vergoldete Drath wird hernach so fein gezogen, daß er eine Länge von einer Million und hundert vier und sechzig tausend Schuhen (1,164,000) erhält. Diese zu 12 Zoll geben 13,968,000 Zoll (das ist 13 Millionen, 968000 Zoll wenn man nun jeden Zoll wieder mit 12 Linien multipliciret, so wird dieser Drath 167,616,000 das ist 167 Millionen sechshundert und sechzehntausend Linien lang geworden seyn, nun lässet sich eine jede von diesen Linien ganz gemächlich mit dem blosen Auge noch in zwölf Punkte theilen, und folglich bestehet diese Länge des Drathes aus 2,011,392,000, oder zweytausend und eilf Millionen, dreyhundert zwey und neunzig tausend Punkten. Allein dieser vergoldete Silberdrath, ist zu den Arbeiten, wozu man ihn bestimmt hat noch nicht geschickt, er muß sich vorher noch einer andern Arbeit unterwerfen. Man muß ihn platten, zu welchem Ende man ihn durch zwey polirte stählerne Walzen gehen lässet, wodurch er noch um $\frac{1}{7}$ seiner Länge verlängert wird, also wird er jetzt 2,298,734,000 Punkte,

te lang seyn. Endlich muß man bedenken, daß man ein vergoldetes Silberblech hier zu theilen hatte, und daß ein solches Blech nothwendig zwey völlig von einander unterschiedene Flächen hat. Man muß daher die letzte Zahl als doppelt annehmen so erhält man 4,597,468,000 Theile. Nun kann man die Breite von einer solchen Fläche wieder sehr kenntlich in zwey Theile theilen Man kann also auf diese Art eine Unze Gold in (9,194,936,000) neun tausend einhundert vier und neunzig Millionen, neunhundert sechs und dreyßigtausend sichtbare Theile theilen. Da nun eine Unze 480 Gran enthält, so wird sich ein Gran Gold durch diese Arbeit in 19,156,116 Theile theilen lassen.

In den Vorlesungen, werde ich dieses mit dem Karmin, mit riechbaren Ausdünstungen und dergleichen beweisen.

§. 9.

Die vierte Eigenschaft eines Körpers ist die Porosität, denn ein jeder Körper ist, wie wir oben gesagt haben aus seinen Bestandtheilen zusammengesetzet; da nun in einem jeden Körper eine bewundernswürdige Verschiedenheit der Lage dieser Theile gegen einander zu finden, und diese Lage der Theile in jedem Körper bestimmet ist, so, daß solche das besondere Gewebe (Textura) des Körpers ausmacht, so entstehet folgender Grundsatz:

Ein

Ein jeder Körper hat eine Menge von Zwischenräumchen zwischen seinen Theilen, oder er ist porös. Dieser Satz kann allein durch Erfahrungen mit Gewißheit bewiesen werden. Denn wir finden ihn sogleich bestätiget, wenn wir sehen, daß das Feuer ungehindert, alle Arten von Körpern durchdringet; da wir oben aber gesehen haben, daß die Theile der Körper selbst undurchdringlich sind, so müssen in allen Körpern Zwischenräumchen seyn, darein das Feuer dringen kann. Man kann daher auch erklären, warum verschiedene Metalle, wenn sie zusammengeschmelzet werden, nach ihrer Vermischung nicht so vielen Raum einnehmen, als sie vorher einzeln einnahmen. Ueberhaupt ist diese Einrichtung bey den Körpern wichtiger, als sie anfänglich zu seyn scheinet. Weder Licht noch Wärme könnte uns mitgetheilet werden. Keine Pflanzen könnten wachsen. Keine Thiere verdauen; keine Häuser könnten gebauet werden, kurz, kein lebendiges Geschöpf könnte leben, wenn die Körper ohne Zwischenräumchen wären.

In den Vorlesungen werde ich zum Beweiß dieses Satzes verschiedene Versuche zeigen, mit Auflösung der Metalle, mit Salz in Wasser, mit der sympathetischen Dinte, mit Holz, mit einer Eyerschale und andern mehr.

§. 10.

Die Theilbarkeit, welcher alle Körper unterworfen sind, setzet voraus, daß die Theile der Körper von einander getrennet werden können, und daß sie dieser Trennung kein unüberwindliches Hinderniß entgegen zu setzen haben. Allein Theile, welche man von einander trennet, verändern ihren Ort und nehmen einen andern Platz ein, welches man in Bewegung seyn nennet. Man kann also die Beweglichkeit, dasjenige Vermögen nennen, welches die Körper haben, getrennet zu werden, und durch ihre Trennung an einen andern Ort zu kommen. Was ich von den verschiedenen Theilen der Körper sage, gilt von einem jeden Körper. Es giebt keinen einzigen Körper, der einen Raum auf eine solche Art einnähme, daß man ihn nicht sollte wegschaffen, und in einen andern Raum bringen können. Es ist daher auch kein Körper vorhanden, der nicht beweglich wäre, und folglich muß man auch die Beweglichkeit, als eine allgemeine Eigenschaft der Körper ansehen. Die verschiedenen Arten aber dieser Beweglichkeit werde ich in der Folge weiter erklären.

§. 11.

Die sechste allgemeine Eigenschaft eines Körpers, ist die Anziehungskraft, oder der Zusammenhang. Denn alle Körper, wenn sie einander berühren,

rühren, ziehen einander an, oder bestreben sich an einander zu hängen. Man spritze, z. B. auf die Fläche eines festen Körpers sehr kleine Tröpfgen von jedem flüssigen Körper, und wende die Fläche gegen den Horizont, so werden sie nicht herabfallen. Folglich hängen alle flüssige Körper an festen an. Eben so zerreibe man einen festen Körper, welchen man will, in Pulver, und streue es auf die Oberfläche eines jeden andern festen Körpers, welchen man will, es wird eben so wenig herabfallen, und also wieder das Zusammenhängen der festen Körper beweisen. Endlich tunke man kleine Stäbchen in flüssige Körper, und ziehe sie wieder heraus, daß Tropfen daran hängen bleiben, und bringe diese Tropfen geschickt an einander, so werden sich diese Tropfen sogleich an einander schlingen, wenn sie sich berühren, und dadurch das Zusammenhängen der flüssigen Körper beweisen: Auf diese Art läßt sich diese Eigenschaft bey allen Arten der Körper beweisen.

In den Vorlesungen werde ich Beyspiele, von der Festigkeit des Holzes, von dem Zusammenhang der Glas - Metall - und Marmorplatten; von dem Zusammenhang der Metalle in ihren Theilen, und die Achardischen Versuche von der Kraft, mit welcher die festen und flüssigen Körper zusammenhängen, vorweisen: Und endlich dabey das Zusammenleimen, Kütten, Verzinnen, Lö-

then, Zusammenschweissen, und dergleichen, hieraus erklären.

§. 12.

Daß endlich noch ein jeder Körper eine Schwere hat, wird niemand läugnen können. Denn man siehet, daß alle Körper, sowohl feste als flüssige, herunterfallen, wenn sie nicht unterstützet werden. Wenn man einen Stein in der Hand hält, und ihn losläßt, so fällt er auf die Erde, und würde noch weiter fallen, wenn eine Oeffnung in der Erde wäre, und auf diese Weise werden alle Arten von Körper fallen, wenn sie von nichts aufgehalten, oder verhindert würden. Welches ich in der Folge durch Versuche erläutern werde.

§. 13.

Unter die besondern Eigenschaften der Körper, gehören diejenigen, welche nur bey einigen Körpern angetroffen, bey andern aber nicht gefunden werden, wie ich oben schon gesagt habe (§. 3.). Denn einige Körper sind durchsichtig, als Glas, Luft, Wasser und dergl., andere Körper sind fest oder dicht. Das ist, sie haben weniger Zwischenräumchen in sich, wie das Gold, Bley und andere Metalle, einige haben eine Farbe, wie alle Farben; oder sie sind warm oder kalt. Ferner, einige sind hart, wie die Steine und Metalle, die sich nicht leicht zerschlagen und zerdrücken lassen, andere

aber sind weich, wie nasser Thon, Wachs, Butter u. d. gl. Noch andere Körper haben eine Eigenschaft, die so zu sagen zwischen hart und weich in der Mitte stehet, und diese nennet man elastisch oder federartig; die Eigenschaft selbst heißt die Elasticität oder Federkraft, Schnellkraft.

Diese Eigenschaften werde ich in den Vorlesungen, bey jeder vorkommenden Gelegenheit durch Versuche bestätigen; die letztere aber hier, durch Fischbein, Uhrfeder und mit dem elastischen Gummi oder Federharz erläutern.

§. 14.

Flüssig, heisen die allerweichesten Körper, deren Theile mit der allergeringsten Kraft unter einander zusammen hängen. Der sehr geringe Grad des Zusammenhanges zwischen ihren Theilen kann aber noch unterschiedene Stufen zulassen, und also der eine Körper flüssiger als der andere seyn; nur fällt es schwer, diese Grade der Flüssigkeit zu messen. Ja selbst einerley Körper kann, zumal bey unterschiedener Wärme oder Kälte, der er ausgesetzt ist, unterschiedene Grade der Flüssigkeit annehmen; und flüssige Körper werden sogar zu festen; wann ihre Theile in eine nähere Berührung unter einander gesetzt werden; und feste zu flüssigen, wann man ihre Theile von einander entfernt. Z. B. Das Wasser, Oel u. dergl., wird durch

die Kälte zu einem festen Körper, so wie hinwiederum Wachs, Pech, Talg u. dergl. ja selbst die Metalle durch die Hitze des Feuers in flüssige Körper verwandelt werden.

§. 15.

Hieraus scheint hinlänglich zu folgen, daß flüssige und feste Körper nicht sowohl in dem Wesen ihrer Bestandtheile, als vielmehr nur in der Art ihrer Zusammensetzung unterschieden sind, wenn dies auch nicht aus andern Erscheinungen bey ihnen und aus der Wirkung des sogenannten Wasserhammers folgte. Bey flüssigen Körpern berühren sich also die Theilchen vielleicht nur in wenigen Punkten; vielleicht haben sie die Gestalt kleiner Kügelchen.

In den Vorlesungen werde ich den Wasserhammer vorzeigen. Dieser bestehet aus einer gläsernen Röhre, in welcher ein von Luft ganz befreytes Wasser befindlich ist, und welches nach Art eines festen Körpers, in dem Fallen wirket.

Kapitel II.

Von der Luft.

§. 16.

Es umgiebt uns, und alles Körperliche ein Wesen, oder besser zu sagen, eine Materie, (wel-

che alle Merkmale eines flüssigen Körpers hat) und die wir zwar nicht sehen, aber doch fühlen und empfinden können, welche unter dem Namen der Luft bekannt ist. Ja es giebt wenige Körper, an deren Erkenntniß uns so viel gelegen ist, als an der Erkenntniß der Luft. Dieser flüssige Körper, in welchen wir von dem ersten Augenblick unserer Geburt an, gleichsam versenkt sind, und ohne welchen wir nicht leben können, verdienet ohne Zweifel unsere ganze Aufmerksamkeit. Seine beständigen Wirkungen auf unsern Körper haben einen grossen Antheil an den verschiedenen Umständen, darein sie versetzt werden, und wir haben daher ohne Unterlaß, von den Veränderungen, deren die Luft fähig ist, etwas zu hoffen oder zu befürchten. Vermittelst der Eigenschaften und Einflüsse der Luft, verschaft die Natur allem dem, was sie zu unserer Nothdurft und Bequemlichkeit hervorkommen lässet, das Wachsthum und die Vollkommenheit; und durch Beyhülfe der Luft theilt sie die Quellen der Fruchtbarkeit aus, und versetzt sie in verschiedene Theile des Erdbodens. Die bewegte Luft ist so zu reden, die Seele der Schiffarth, denn durch Hülfe des Windes, gehen die Schiffe, die man als so viele schwimmende Palläste ansehen könnte, von einem Ufer des grossen Weltmeers an das andere. Der Schall, die Stimme, die Rede selbst sind nichts anders, als eine erregte

Luft, ein modificirter Hauch, von welchem unsere Gedanken aufgefaßt und fortgeführt werden. — Dergleichen wunderbare Wirkungen, können keinesweges mit einer Gleichgültigkeit wahrgenommen werden; der Verstand, welcher sie zu bewundern geschickt ist, kann bey dem Vergnügen, daß er die Ursachen davon erkennet, nicht unempfindlich bleiben.

§. 17.

Man mag sich an einen Ort des Erdbodens begeben, an welchen man will, es sey nun, daß man das Klima verändere, oder sich von den niedrigsten Orten auf den Gipfel der höchsten Berge verfüge, so befindet man sich allezeit in der Luft. Man weis keinen Ort noch einige Zeit, da es an diesem flüssigen Körper gefehlet hätte, und diese Betrachtung, giebt uns die Freyheit zu glauben, daß die von uns bewohnte Erdkugel von allen Seiten mit Luft umgeben sey; und diese Gattung eines Ueberzugs, so man gemeiniglich die Atmosphäre, oder den Dunstkreis nennet, hat solche bestimmte natürliche Wirkungen, und einen so großen Antheil an dem Mechanismo der Natur, daß man dahero vollkommen überzeugt wird, es müsse dieselbe mit der Erde ihren Anfang genommen haben, und auch in die Zukunft so lange fortdauren, so lange die Erde bestehen wird.

§. 18.

Dieser flüssige Körper ist auch in den Zwischenräumchen der meisten Körper zu finden, welches man durch verschiedene Versuche mit der Luftpumpe zeigen kann, zum Beyspiel, wenn man eine alte aber noch ganze und unversehrte welsche Nuß, in einem, zum Theil mit Wasser angefüllten Gefäße, unter die Glocke auf die Luftpumpe bringet, so wird man nach einiger Verdünnung, aus ihrer Schale eine große Menge Luftblasen aufsteigen sehen. Diese Blasen aber könnten aus dem Innern der Nuß nicht hervorkommen, wenn die Schale, so fest und derb sie auch ist, nicht mit vielen kleinen Zwischenräumchen versehen wäre. Und wenn man hierauf das erste Gleichgewicht der Luft wieder hergestellet hat, so wird der Druck der Luft auf das Wasser, die kleinen Säulchen desselben, die sich über den Zwischenräumchen der Nußschale befinden, zwingen, zum Theil in das Innere der Nuß hinein zu dringen; wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man diese Nuß, nachdem man sie hinlänglich abgetrocknet hat, öfnet; weil solche eine ziemliche Quantität Wasser enthalten wird.

In den Vorlesungen, werde ich die Versuche, mit dem Ey im Wasser, mit den Baumblättern, ingleichen mit einer Blase über einem Cylinder zeigen, als einen Beweis, daß die Zwischenräume, zwar für die Luft, aber nicht für das Wasser undurch-

dringlich sind, wo ich auch zugleich die Einrichtung, und die Wirkung der Luftpumpe zeigen werde.

§. 19.

Dieses bisher angeführte lehret uns zur Genüge, daß die Luft in allen körperlichen Dingen vorhanden, oder doch ihre Wirkung auf dieselbigen habe, und es wird niemand läugnen können, daß die Luft ein flüssiger Körper, daß dieser flüssige Körper elastisch und schwer sey, und daß er vermittelst dieser drey Eigenschaften, welche allezeit unzertrennlich mit ihm verbunden sind, zu allen Naturbegebenheiten, mitwirke. — Denn, man bewege in einem Raume, wo nichts vorhanden zu seyn scheinet, die Hand gegen das Gesicht, doch so, daß die Hand das Gesicht nicht berühret: so wird man fühlen, daß etwas an das Gesicht anstößt. Niemand zweifelt, daß dieses die Luft sey. Wie wollte aber die Luft an das Gesicht anstoßen, wenn sie nicht ein Körper wäre? Diesen Körper aber kann man nicht sehen, er muß also aus sehr kleinen Theilchen bestehen. Und weil man die Hand so frey durch die Luft bewegen kann, so müssen ihre Theilchen nicht merklich unter einander zusammenhängen: da nun ein Körper, der aus subtilen Theilchen bestehet, welche nicht merklich untereinander zusammenhängen, ein flüssiger Körper ist, so folget ganz natürlich hieraus, daß die Luft, unter die flüssigen Körper gehöret.

§. 20.

§. 20.

Die Eigenschaften der Luft, lassen sich durch ein Instrument oder Maschine, die Luftpumpe genannt, sehr deutlich erweisen. Durch diese kann man die Luft in einen größern Raum ausdehnen, oder verdünnen, oder dieselbige in einen engern Raum zusammendrücken, oder dichter machen. Diese Maschine hat Otto Guerike ein Burgermeister zu Magdeburg, zuerst im Jahr 1654. erfunden, welche aber nachher von Zeit zu Zeit von Boyle, Huygens, Sengwerd, Hawkesbee, Nollet, Leupold, Smeaton, Leiste und verschiedenen andern Naturforschern, zu ihrer Verbesserung verschiedene Veränderungen erhalten hat. Welche man in den Vorlesungen anführen kann.

§. 21.

Weil die Luft so ausserordentlich flüssig ist, so läßt sie sich auch so leicht theilen, sie ist also theilbar. Ihre Undurchdringlichkeit habe ich bereits schon gezeiget. Und ihre übrigen Eigenschaften wollen wir ferner betrachten, und darunter gehören vorzüglich ihre Elasticität oder Schnellkraft, und ihre Schwere, welche jede von diesen Eigenschaften wir insbesondere untersuchen, und erweisen wollen.

§. 22.

Ihre Ausdehnung oder ihre Schnellkraft, Elasticität, sichert uns vor dem erstaunlichen Druck,

den sie beständig auf unsern Körper äussert, denn wir werden in der Folge zeigen, daß ein Mensch von mitlerer Größe von seiten der Luft, einen Druck von mehr als 20000 Pfunden erfahren müßte, wenn nicht die wenige Luft, welche in unserm Körper vorhanden ist, vermöge ihrer Schnellkraft, dieser großen Last vollkommen das Gleichgewicht hielte, so daß wir dadurch gar keine Empfindung davon haben können. Man kann diese Ausdehnung der Luft durch verschiedene Versuche beweisen. Wenn man zum Beyspiel eine Lammsblase, so zusammendrücket, daß weiter keine Luft darinnen bleibet, als diejenige, welche sich zwischen den Falten befindet, sie dann fest zubindet, und unter eine gläserne Glocke auf die Luftpumpe hänget, und die Luft unter der Glocke verdünnet, so wird die in den Falten der Blase enthaltene Luft sich ausdehnen, und die Blase ganz auftreiben; ja man kann damit, sogar ein Gewicht von etlichen Pfunden in die Höhe heben; und wenn man wieder Luft unter die Glocke läßt, so wird die Blase wieder zusammen fallen. Da sich nun in der Blase nichts weiter befindet, als die wenige Luft, die sich zwischen ihren Falten aufhält, so kann dies Aufschwellen durch nichts anders entstehen, als durch die Ausdehnung der innern Luft, welche sich in einen grössern Raum ausbreitet, sobald sie keinen Druck mehr von der äussern Luft leidet, oder sobald das

Gleich-

Gleichgewicht mit der äussern Luft aufgehoben worden ist.

In den Vorlesungen werde ich dieses mit einem halben Hühnerey, wo durch die unter dem zarten Häutlein enthaltene Luftblase, wieder ein ganzes Ey vorgestellet wird; mit einem ganzen Ey welches durch ein Löchlein ausläuft und sich wieder hineinziehet; mit dem Sauerteig; mit einer gläsernen Flasche die einen langen Hals hat; mit zwey Gläsern und einer krumm gebogenen Röhre zeigen.

§. 23.

Aus allen diesen siehet man, daß die Luft eine ausdehnende Kraft habe, und daß eine nemliche Menge Luft, bald einen größern bald einen kleinern Raum ausfüllen könne, und sich also ausdehnen oder verdünnen laße; und diese Ausdehnung geschiehet alsobald, wenn das Gleichgewicht der Luft an einem Orte aufgehoben oder die Luft verdünnet worden. Denn sobald die Luft irgendwo dünner wird, so bestrebet sich die nebenher befindliche, sich dahinwärts auszudehnen so lange bis sie selbst so dünne, als in dem Nebenorte geworden ist, und sich das Gleichgewicht wieder hergestellet hat. Zu einem Beweis kann man ein gläsernes Gefäß bis auf das Drittel oder die Hälfte mit Quecksilber anfüllen, in welches man eine lange Barometerröhre, welche an beyden Enden offen ist, einküttet,

küttet, so daß die eine Oefnung im Quecksilber, die andere aber frey ist, auf diese Art wird also der in dem Glase über dem Quecksilber befindlichen Luft, der Ausgang verwehret. Diese Luft, welche, ehe das Gefäß verschlossen, mit der äussern atmosphärischen Luft vollkommen im Gleichgewichte stand, wird dahero sich auch bestreben, mit eben dieser Kraft, welche der Schwere der atmosphärischen gleich ist, sich auszudehnen, und sich in das Gleichgewicht zu setzen. Diese Kraft zeiget sich auch bey diesem Versuch sehr deutlich, denn sobald man die in der langen Röhre enthaltene Luft verdünnet, so wird die im Glase eingeschlossene Luft, auf das Quecksilber drücken, und solches fast auf die Höhe des Quecksilbers im Barometer treiben. Ich sage, fast, denn niemals kann solches ganz geschehen, weil nemlich durch das Emporsteigen des Quecksilbers, der Raum in dem Gefäße vermehret wird, so gehet hierdurch etwas von der drückenden Kraft der Luft verlohren; könnte man so viel zuwege bringen, daß der Raum im Gefäße nicht größer würde; so müßte nothwendig das Quecksilber in dieser Röhre so hoch steigen, als wie solches zu der Zeit im gewöhnlichen Barometer stehet. Folglich muß der Druck der eingeschlossenen Luft, mit dem Druck der Atmosphäre gleich seyn.

§. 24.

§. 24.

Diese Ausdehnung der Luft beweiset ihre Kraft, auch dann, wenn sie gleich von einer andern flüssigen Materie gedrücket wird. Man kann dieses sehr deutlich sehen, wenn man eine halb aufgeblasene Blase, welche mit einem Gewicht beschweret ist, damit sie untersinke, in ein Gefäß mit Wasser bringet; wenn man nun die Luft in diesem Gefäße verdünnet, so wird die in der Blase vorhandene Luft, sich ausdehnen, und die Blase mit samt dem Gewicht in die Höhe treiben, daß solche auf dem Wasser schwimmen wird; und wenn man wieder Luft in das Gefäß bringet, so wird selbige wieder zu Boden sinken. Die Ursache hiervon ist, weil ein jeder Körper in dem Flüssigen, so viel von seiner eigenthümlichen Schwere verlieret, als die Masse des Flüssigen wieget, dessen Raum er einnimmt, wie ich an einem andern Orte zeigen werde; daher wird die Blase, wenn sie sich ausgedehnet hat, leichter, folglich muß sie auch in die Höhe steigen; und wenn sie wieder zusammen fällt, wird sie auch wieder schwerer, und sinket daher wieder unter.

§. 25.

Diese elastische Kraft ist auch die wahre Ursache einer Erscheinung die man gemeiniglich bemerket, wenn ein Mensch im Wasser verunglücket

und ertrinket. Man wird in diesen Fällen gewahr, daß der todte Körper nach einigen Tagen wieder auf der Oberfläche des Wassers zum Vorschein kommt, darauf wieder untersinket, und nochmals empor kommt. Diese Wirkung rühret allein von der Schnellkraft, oder der Ausdehnung der Luft her, welche durch die Fäulniß in Bewegung gesetzet wird. Welches in den Vorlesungen sich weitläuftig wird erklären, und sich zugleich der Versuch mit Kork und Bley im Wasser vorzeigen lassen.

§. 26.

Diese elastische Kraft der Luft dauret auch mit gleicher Stärke fort, wenn sie auch einige Jahre eingeschlossen ist, wie ich mit einem Versuch beweisen kann, da ich eine Blase besitze, welche nur um ein Drittel aufgeblasen, und seit 1768. also seit 19 Jahren nicht eröffnet worden ist; sie hat noch eben die Kraft, daß wenn ich sie in luftleeren Raum bringe, sie sich völlig ausdehnet, und ein Gewicht von ohngefähr 10 Pfunden in die Höhe hebet. Man siehet also hieraus sehr klar, daß die Luft, wenn sie gleich noch so lange eingeschlossen gewesen, doch nichts von ihrer Schnellkraft verlohren hat.

In den Vorlesungen werde ich den Heronsball und noch einige Versuche von der Elasticität der Luft zeigen, auch die Versuche mit Bier und Milch vorzeigen.

§. 27.

Man saget wohl insgemein, daß man vermittelst der Luftpumpe einen luftleeren Raum machen könne; allein dieses ist nicht so zu verstehen, als ob ein solcher Raum, völlig von aller Luft ganz befreyet wäre, sondern man verstehet nur darunter einen solchen Ort, wo die Luft so stark verdünnet worden, daß sie in Ansehung der äussern für nichts mehr zu rechnen ist. Die Ursache davon ist folgende: Wenn der innere Raum der Glocke, dem innern Raum des Cylinders von der Luftpumpe gleich ist, so dehnet sich die Luft, auf den ersten Zug dergestalt aus, daß diejenige, welche zuerst die Glocke allein erfüllet, jetzt die Glocke und den Cylinder zugleich einnimmt, folglich wird solche unter der Glocke, um die Hälfte ausgedehnet. Da nun nach dem zweyten Zug, wieder die Hälfte von der vorigen halben Luftmasse ausgedehnet wird, so bleibet nach diesem nur noch ein Viertel unter der Glocke übrig. Da es nun klar ist, daß auf den dritten Zug $\frac{1}{8}$ und auf den vierten Zug $\frac{1}{16}$ zurücke bleiben müsse: so geschiehet die Verdünnung der Luft in diesem Falle nach folgender Progreßion. $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \frac{1}{128} + \frac{1}{256} + \frac{1}{512} + \frac{1}{1024} + \frac{1}{2048} + \frac{1}{4096} + \frac{1}{8192} + \frac{1}{16384} + \frac{1}{32768} + \frac{1}{65536}$ u. s. w. Man siehet also sehr deutlich, daß sich diese Brüche ins unendliche fortführen lassen, und daß folglich die

Luft niemals völlig ausgepumpet werden kann; denn nach dem sechzehnten Zuge, bleibet noch $\frac{1}{65536}$ von der ganzen Luftmasse der Glocke zurück, wie aber diese Brüche beständig kleiner werden, so kann man durch öfteres Wiederhohlen des Auspumpens es doch so weit bringen, daß die zurück bleibende Luft in Ansehung der äussern für nichts zu achten ist, und ein solcher Recipient, ohne einen Irrthum zu begehen, für luftleer angesehen werden kann.

§. 28.

Noch eine allgemeine Eigenschaft der Luft ist die Schwere; ein jeder Theil der Luft ist schwer, denn eine hohle metallene, luftleere Kugel wieget weniger, als wenn sie voll Luft ist. Wie schwer aber die Luft im Verhältniß gegen andre Körper sey, darüber sind die Naturforscher noch verschiedener Meynung, und das kommt vorzüglich daher, weil sie sich so stark zusammen drücken läßt, und daher bald eine grössere, bald eine geringere Dichtigkeit hat. Insgemein hält man die Luft für 800 bis 1000 mal leichter als das Wasser. Nach meiner eigenen Beobachtung fande ich sie gewöhnlich nur 850 mal leichter als gemeines Wasser, folglich wieget ein Kubikfuß Luft, zwischen 580, bis 590 Gran, Apotheker Gewicht.

In den Vorlesungen werde ich dieses mit einer metallenen Kugel welche einen Kubikfuß enthält, ausführlicher erweisen.

§. 29.

Aus der Elasticität und der Schwere der Luft entstehet der Druck derselben, welcher bald grösser, bald kleiner ist, weil so wohl ihre Schnellkraft, als auch ihre Schwere, durch die häufigen Dünste womit sie beständig angefüllet ist, und durch andre Ursachen vielerley Veränderungen leidet. Zur Entdeckung, der Schwere und des daherrührenden Drucks der Luft, gab Galiläus, ein Mathematicus des Großherzogs von Toscana, Gelegenheit; denn als einige italiänische Pumpenmacher ein Saugwerk baueten, so sahen sie, daß sie ihres Fleisses ohngeachtet, das Wasser nicht über 32 Schuhe heben konnten; sie fragten den berühmten Galiläi um Rath, dieser verwunderte sich darüber, ließ aber solches nicht merken, sondern sagte ihnen blos, daß solches daher käme, weil der Abscheu der Natur vor dem leeren Raume, sich nur bis auf einen gewissen Grad erstreckte. Dieser große Mann starb wirklich, ehe er die wahre Ursache dieser Erscheinung entdecken konnte. Torricelli sein Schüler und nachheriger Professor der Mathematik zu Florenz, dachte darüber nach, und kam 1643, auf den Gedanken, daß die Erhebung des Wassers in den Pumpen, von einer äussern Kraft herrühre, die das Wasser nöthigte, sich bis zu einer Höhe von 32 Schuh zu erheben. Er schloß

hierauf nach der Aehnlichkeit und glaubte, daß diese Kraft einen flüssigen Körper der schwerer als das Wasser sey, nur zu einer Höhe heben müste, die seiner Dichtigkeit gemäß sey. Die Erfahrung bestätigte seine Vermuthung. Er nahm eine gläserne Röhre von ohngefähr 4 Fuß lang, welche an einem Ende zugeschmolzen war, und füllte solche ganz mit Quecksilber an, hielt ihre Oeffnung mit dem Finger zu, und tauchte solche in ein Gefäß, in welches er eine gewisse Quantität Wasser und Quecksilber gethan hatte, wo er dann bemerkte, daß sich die Quecksilbersäule zum Theil in das Gefäß stürzte, und nur in einer Höhe von 27. bis 28. Zoll in der Röhre hängen blieb. Da er nun keine andere äussere Kraft finden konnte, so muste er solche Wirkung der Luft zuschreiben; und durch diese Entdeckung ist das Barometer entstanden, welches auch gewöhnlich die Torricellische Röhre genennet wird.

In den Vorlesungen, werde ich die Verfertigung der Barometer zeigen und zugleich auf der Luftpumpe darthun, daß ihr Stand von der Luft herrühre.

§. 30.

Dieser Druck welcher von der Schwere der Luft herrühret, wirket auf das Quecksilber in dem kleinen Glase, mit der Kraft einer Luftsäule von

der

der Höhe der Atmosphäre, und deren Durchmesser, eben so groß ist, als die Oeffnung der Röhre: folglich muß eine eben so schwere Quecksilbersäule in der Röhre stehen bleiben. Daher behält das Quecksilber immer einerley Höhe, man mag hierzu eine weite oder enge Röhre nehmen, weil die Luftsäule von einem grössern oder kleinern Diameter mit der Quecksilbersäule von grösserm oder kleinerm Diameter im Gleichgewichte stehet. Da man nun weiß, daß das Quecksilber vierzehnmal schwerer ist, als das Wasser, so wird man, wenn man den Kubikfuß Wasser zu 64 Pfund schwer annimmt, finden, daß ein Kubikzoll Quecksilber $\frac{14}{27}$ lb. oder reichlich $\frac{1}{2}$ lb. wieget, und dieses 28mal genommen, giebt $\frac{392}{27}$ oder 14. $\frac{14}{27}$ lb. Dieses Gewicht würde eine viereckigte Quecksilbersäule haben, deren Durchmesser einen Zoll, und die Höhe 28. Zoll beträgt. Da sich nun ein Quadrat zu einem Zirkel in welchem es beschrieben worden, wie 14. zu 11. verhält, so wird eine cylindrische Quecksilbersäule, die im Durchmesser einen Zoll, und die Höhe von 28 Zollen hat, 11 $\frac{26}{27}$ Pfund, also fast 12 lb. am Gewicht haben.

§. 31.

Aus dieser Wirkung der Luft bey den Barometern erhellet ganz klar, daß man vermittelst dieser Instrumente die Höhe der Berge leicht

zu bestimmen in Stand gesetzet wird; weil am Fuße eines Berges eine höhere Luftsäule auf das Quecksilber drücket, als auf dem Gipfel desselbigen, welches auch die Erfahrung bestätiget. Gleich nach der Erfindung, war es die größte Beschäftigung verschiedener Gelehrten, welche sich mit den Torricellischen Versuchen zu schaffen machten; unter diesen war Otto von Guericke Bürgermeister zu Magdeburg, der berühmte Erfinder der Luftpumpe, der erste, der bey dieser Röhre entdeckte, daß dieses ein meteorologisches Instrument abgeben könnte, welches jetzo unter dem Namen des Barometers bekannt ist, und welches nachher verschiedene Verbesserungen erhalten hat. Auch gab diese Torricellische Erfindung, gedachtem Otto Guerike nachher zu der wichtigen Entdeckung der Luftpumpe Gelegenheit. Denn weil zwischen dem obersten Gewölbe der Röhre und dem Quecksilber, ein Raum, der von grober Luft leer ist, übrig bleibet, wenn diese Röhre länger als 28 oder 30 Zoll ist; so wurde er nebst vielen andern Gelehrten begierig zu wissen, was den Körpern, die sich in einem solchen Raume befinden, wiederfahren möchte, und erfand eine Maschine, durch welche man die Luft aus einem Gefäße wegschaffen konnte.

§. 32.

Aus dem bisshergesagten erhellet, daß die Luft schwer ist, folglich muß auch die untere von der obern gedrücket werden. Nun läßt sich die Luft zusammendrücken; also muß auch die untere von der obern zusammengedrücket werden. Da nun die Schwere der Luft mit ihrer Höhe ab und zunimmt, so muß auch dieselbe desto stärker zusammengedrückt seyn, je näher sie dem Erdboden ist. Da wir nun einen Körper dicht nennen, dessen Theile nahe beysammen sind, so ist die untere Luft dichter als die obere, welches auch die Erfahrung bestätiget. Denn auf sehr hohen Bergen ist sie so dünn, daß sie kaum zum Athemhohlen zureichet, in den Bergwerken oder unterirdischen Höhlen wird sie desto dichter befunden, desto tiefer sie sind. Und diese drückende Kraft der Luft beweiset uns eine jede Glocke welche wir auf den Teller der Luftpumpe setzen, und welche von dem Drucke der äussern Luft sehr fest angedrückt wird. Gedachter Otto von Guerike kam, da er diese drükkende Kraft an den Glocken auf der Luftpumpe sahe, auf den Gedanken, zwey hohle metallene Halbkugeln zu machen, die im Durchmesser 22 Zoll hielten, durch den Druck der Luft mit einander zu verbinden; zwischen ihren Rändern legte er ein fettes Leder, damit die Luft nicht hineindringen könnte. Als er hierauf die Luft ausge-

pumpet hatte, so hingen sie so fest zusammen, daß 16 Pferde sie kaum von einander reissen konnten. Man kann sich hiervon durch folgende Rechnung einen sehr deutlichen Begriff machen, und es wird sich zeigen, daß sie von 21280 Pfunden Luft zusammen gedrückt worden, wie folgendes lehren wird. Der Durchmesser der Kugel war 22 Zoll; nun ist die bekannte Formel von einer Kugelfläche $\pi . \delta^2 : 1000$. Das ist $3{,}1141 \times 22 . 22 = 484 = \frac{1520244}{1000} = 1520$, diese mit 28 als der Höhe des Barometers multipliciret ist $= 1520 \times 28 = 42560$ Kubikzoll; da nun nach dem obigen ein Kubikzoll Quecksilber $\frac{1}{2}$ Pfund schwer angenommen werden kann, so ist die ganze Schwere des Luftdruckes bey diesen Kugeln $= \frac{42560}{2} = 21280$ Pfunde.

In den Vorlesungen werde ich solches mit zwey meßingenen Halbkugeln welche 5 Pariser Zoll im Durchmesser haben; ferner mit etwas kleinern unter der Glocke auf der Luftpumpe, und dergleichen vorzeigen.

§. 33.

Ich habe schon oben gesagt, daß auf den Menschen eine erstaunliche Last Luft drücket, dieses zu beweisen, kann auf folgende Art geschehen: Ein Mensch von mittlerer Grösse, das heißt von 5 Fuß, hat wenigstens 10 Quadratfuß Oberfläche. Er hat also beständig den Druck einer Luftsäule

zu tragen, welche 10 Quadratfuß Grundfläche, und zur Höhe die Atmosphäre hat, das ist den Druck einer Schwere, welche der Schwere einer Wassersäule gleich ist, die 10 Quadratfuß Grundfläche hat, und 32 Fuß hoch ist. Da nun ein Kubikfuß Wasser 64 ℔ hat, so wieget eine solche Wassersäule = 64 ℔ × 10 × 32 = 20480 Pfund. Hieraus folget, daß ein Mensch von mittlerer Größe, von Seiten der Luft einen Druck von 20480 Pfunden erträget, und dennoch werden wir dieses nicht gewahr, weil die Schnellkraft derjenigen Luft, welche zwischen den Theilen des menschlichen Körpers befindlich ist, der äussern vollkommen das Gleichgewicht hält. Man kann sich davon am besten überzeugen, wenn man seine Hand auf ein hohles Gefäß über der Luftpumpe legt, und die darunter vorhandene Luft etwas verdünnen läßt, man wird da sogleich einen sehr gewaltsamen Druck auf der Hand verspühren, obgleich die Luft noch nicht stark evacuiret worden, und eben hieraus läßt sich auch das Anhängen der Schröpfköpfe bey dem Schröpfen erklären.

In den Vorlesungen werde ich verschiedene Versuche, von der Stärke dieses Druckes vorzeigen, nämlich eine gläserne Flasche, welche durch die eingeschlossene Luft, von innen heraus zersprenget wird. Mit einer blechernen Flasche, mit einer gläsernen Flasche, die von aussen zersprengt

wird, mit einer Blase auf einem Cylinder, mit einer Glasscheibe, so wohl von oben herunter als von der Seite hinein, und von unten hinauf u. s. w.

§. 34.

Diesem Druck der Luft haben wir im gemeinen Leben so viele Maschinen zu verdanken, welche theils uns nützlich sind, theils aber zu unsrer Belustigung dienen. Unter jene gehören die Pumpen und überhaupt alle Saugwerke und dergleichen. Dieser Druck der Luft widerstehet auch dem Wasser in einem Gefäße mit einem engen Halse, daß es nicht herauslaufet, wenn dessen Oeffnung senkrecht unter sich gehalten wird, man kann sich hiervon sehr leicht überzeugen, wenn man eine gläserne Röhre voll Wasser anfüllet, und solche sodann oben mit dem Finger verschliesset, so wird das Wasser in derselben hängen bleiben, sobald man aber den Finger hinwegnimmt so wird das Wasser herunterfallen. Hieraus lernen wir die Ursachen einer Erscheinung kennen, warum nämlich, aus einer ganz vollen wohl verschlossenen Tonne, wenn sie gleich auf der Seite angebohret worden ist, keine flüssige Materie herausläuft. u. d. m.

In den Vorlesungen werde ich solches mit dem periodischen Springbrunnen und noch andern Versuchen erklären.

§. 35.

§. 35.

Ferner haben wir dieser Eigenschaft der Luft, die im gemeinen Leben so nothwendigen und nützlichen Instrumente, nämlich die sogenannten Heber, zu verdanken. Denn in A und C (Fig. 1) drücket die Luft gegen das Wasser gleich stark, wenn von diesen beyden Oeffnungen die eine nicht etwa sehr hoch und die andere sehr niedrig liegt. Nur die längere und folglich stärker entgegendrückende Wassersäule B C wird also sinken können, und die schwächer drückende B A gleichsam nach sich ziehen. Oder richtiger: das Wasser zwischen B C wird durch seine eigene Schwere durch C ausfliessen, und das Wasser zwischen B A wird durch den Druck der Luft auf die Oberfläche des ausser dieser Röhre befindlichen Wassers, gehoben werden, ihm nachfolgen, und gleichfalls in C ausfliessen. Man nennet eine solche Röhre einen Heber (Sipho). Wenn die Oeffnung A unter Wasser stehet, so wird die Luft immer neues Wasser hineintreiben, das beständig wieder in C ausläuft, so lange bis die Oeffnung A nicht mehr unter Wasser stehet. Um also das Wasser aus einem Gefäße durch den Heber auslaufen zu machen, braucht man nur den Heber damit anzufüllen, es geschehe dieß nun durch Saugen an C oder auf eine andere Weise. Nur muß C allezeit niedriger stehen als die Oberfläche des Wassers in dem Gefäße; stünde es eben so hoch

darin

darinnen, so würde das Wasser weder durch die eine, noch durch die andere Oeffnung des Hebers ausfliessen; stünde es aber in C höher, so würde es vielmehr in das Gefäß zurückfliessen.

In den Vorlesungen werde ich dieses durch Versuche bestätigen, und zugleich die viererley Arten von Hebern vorzeigen und ihre Wirkungen erklären: und noch verschiedene hierher gehörige Versuche beybringen.

§. 36.

Weil das Wasser in dem Heber durch den Druck der Luft gehoben wird, der Druck der Luft aber das Wasser nur bis auf die Höhe von ohngefähr 32 rheinländische Fuß treibt, so darf B nicht mehr als nur höchstens so viel über der Oberfläche des Wassers liegen, das durch den Heber ausfliessen soll. Daher kann man bey Wasserleitungen, das Wasser bergan, oder über einen Hügel ohne ihn zu durchgraben, bringen, wenn er nur nicht höher als 32 Fuß über der Quelle erhaben ist: Man leget nämlich hölzerne Röhren, von A bis B (Fig. 2) und von C bis D. Wenn nun diese Röhren durch andere von B bis C verbunden sind, so werden die Oeffnungen A und D mit Zapfen zugespundet, hierauf durch die Oeffnung zwischen B und C, diese Röhren mit Wasser angefüllet und alsdenn solche gleichfalls zugespundet. Wenn nun solches ge-

sche-

schehen, so werden die Zapfen bey A und D, herausgeschlagen; und das Wasser wird nach Art der Heber fortlaufen, so lange die Oeffnung A unter Wasser stehet.

In den Vorlesungen werde ich dieses durch eine kleine Maschine beweisen.

§. 37.

Allein nicht nur die Kunst, sondern die Natur selbst pflegt sich des Hebers öfters zu bedienen. Denn es giebt Teiche oder Weyher, welche im Sommer oder bey wenigem Regen, genugsames Wasser haben, bey nasser Jahrszeit, oder bey einem starken Regen, austrocknen, und kein Wasser haben. So widersprechend dieses zu seyn scheinet, so läßt es sich doch durch die Theorie des Hebers erklären. Es bedarf nichts weiters, als daß in dem Erdboden ein verborgener Kanal oder natürlicher Heber (von der Anstalt wie Fig. 3.) sey. Dessen längerer Schenckel B einen Abfluß haben kann, und tiefer lieget als der kürzere Schenkel A. Regnet es mittelmäßig und selten, so daß das Wasser nur bis a b steiget, so kann das Wasser diesen Heber nicht füllen, daher auch nichts auslaufen kann. Regnet es aber sehr stark oder zuviel, daß das Wasser die Höhe c d erreichet, so wird der Heber angefüllet, und er wird daher auch in B so lange fortlaufen, so lange die

Oeff-

Oeffnung A unter Wasser stehet; und wenn solche Oeffnung auf dem Boden des Teiches ist, so wird sich solcher alsdann völlig ausleeren. Und vermuthlich entstehen auf eine solche Weise auch die sogenannten Hungerquellen.

In den Vorlesungen werde ich dieses mit einer Maschine im kleinen vorzeigen.

§. 38.

Da wir bereits gesehen haben, daß die Luft eine Kraft habe, sich auszudehnen, so muß sie sich auch zusammendrücken lassen. Dieses beweist der sogenannte Heronsball, dessen ich oben §. 26. gedacht habe, wenn man nämlich die Oeffnung des Heronsballs in den Mund nimmt, und stark hineinbläßt, so werden aus dem untern Ende der Röhre, Luftblasen hervordringen und in dem Wasser in die Höhe steigen. Hört man auf zu blasen, so springt das Wasser zur engen Oeffnung heraus so lange, bis das vorige Gleichgewicht der Luft wieder hergestellet ist. Die Luft wird nämlich durch das Hineinblasen in dem Gefäße verdichtet und eine grössere Menge im Raum zusammengepreßt, als sich vorher darinnen befand; diese zusammengedrückte Luft dehnet sich daher auch stärker aus, als die äussere, welche nicht so stark zusammengedrückt ist, widerstehen kann, und treibt so

das

das Wasser zu der Oeffnung des Heronsballes heraus.

In den Vorlesungen werde ich die eigentlich sogenannten Heronsbrunnen vorzeigen, welche zwar auch durch die Zusammendrückung der Luft springen; aber dieses Zusammendrükken der Luft geschiehet, hier durch das Wasser selbst. Auch werde ich hier die Luftkugeln bey den Feuerkünsten erklären; und einen Springbrunnen vorzeigen, bey welchem durch Hülfe einer Luftkugel das Wasser in die Höhe getrieben wird, und durch den Fall springet.

§. 39.

Hierher gehören auch die sogenannten Cartesianischen Teufelchen. Es sind kleine gläserne Puppen, inwendig hohl und mit einer zarten Oeffnung versehen. Sie schwimmen in einem Gefäße mit Wasser, dessen Mündung mit einer Blase dicht verbunden ist. Drückt man auf diese Blase, so wird die über dem Wasser in dem Glase stehende Luft zusammengedrückt; sie drückt also stärker auf das Wasser, und treibet etwas mehr Wasser in die Höhlung der Puppen, die dadurch schwerer werden und niedersinken, hingegen dann wieder in dem Wasser aufsteigen, wann man nicht weiter auf die Blase drückt und die Luft in den Puppen sich eben deswegen wiederum ausdehnet, und das

Wasser

Wasser aus ihnen austreibt. Durch eine nicht ganz unähnliche Veränderung ihres eigenthümlichen Gewichtes, vermöge ihrer Blase, sinken und steigen die Fische im Wasser.

§ 40.

Diese zusammengepreßte Luft, vermehret auch die Schwere derselben und daher wird auch ihre Kraft vermehret. Man kann dieses sehr leicht erkennen, wenn man die Kugel welche wir oben bey dem Versuch von der Schwere der Luft gebrauchet, wieder auf die Luftpumpe bringet, und noch mehr Luft hinein treibet, und sie hernach wieget, so wird man aus der jetzigen Schwere erkennen, um wie viel die Luft dichter geworden, und bey diesem Versuch wird man sehr deutlich sehen können, daß die Luft durch die Zusammenpressung schwerer geworden; denn es ist gleichviel ob man mehrere Luft in einen Körper hinein, oder dieselbige in einen engern Raum bringt. Z. B. wir wollen annehmen, ein Kubikfuß Luft wieget 2 Loth, wenn nun solche auf einen halben Kubikfuß zusammengedrückt worden ist, so wird solche eben die Kraft ausüben, welche zwey Kubikfuß ausüben könnten.

In den Vorlesungen, werde ich die Zusammendrückung der Luft mit einer Blase unter einer Presse, einem verkehrten Heber=Barometer,

ter,

ter, einem Springbrunnen, bey welchem das Wasser durch die zusammengedrückte Luft über 20 Schuh hoch springet; und durch noch andere Versuche erklären.

§. 41.

Die grosse Gewalt der stark zusammengepreßten Luft, zeigt sich vorzüglich in der Wirkung der sogenannten Windbüchse, aus deren Laufe die Kugel oder das Schrot durch sehr verdickte Luft herausgetrieben wird, die man in einem besondern Theile der Windbüchse eingeschlossen hält, und die Luft auf einmal auf die Kugel oder das Schrot wirken läßt. Die besondere und mannigfaltige Einrichtung eines solchen Gewehrs werde ich in den Vorlesungen zeigen, und ihre Wirkung und Eigenschaften durch Versuche erklären.

§. 42.

Wir haben bisher gesehen, daß die Luft sowohl ausgedehnet als zusammengedrücket werden kann. Dabey ist noch in Erwegung zu ziehen, daß die Luft durch die Wärme sehr heftig ausgedehnet wird. Denn das Feuer oder die Wärme giebt allen Körpern eine stärkere Kraft sich auszudehnen, wie ich in der Folge zeigen werde. Folglich auch der Luft. Man kann diese wichtige Eigenschaft der Luft, durch verschiedentliche Versuche beweisen. Wenn man eine zugebundene Blase, die nicht durch

zuviel Luft aufgetrieben ist, über ein Kohlfeuer hält, so dehnet sie sich von innen mehr und mehr aus, und wird dadurch aufgetrieben, ja sie kann so gar davon zerspringen. In der Kälte aber fällt sie wieder zusammen. Diese Erfahrung beweiset, daß die Luft durch die Wärme ausgedehnet, und ihre Federkraft dadurch stark vermehret wird. Diese durch die Hitze vermehrte Federkraft der Luft ist der Grund von der Gewalt des Schießpulvers. Die grösten Lasten werden dadurch gehoben, und grosse Druckwerke werden dadurch getrieben, auch Gefäße mit sehr engen Oeffnungen, können hierdurch mit Wasser sehr leicht gefüllet werden. Denn wenn man das Gefäß erwärmet, so dehnet sich die Luft darinnen aus und dringet zum Theil zur Oeffnung desselben hinaus. Hält man nun die Oeffnung unter Wasser, so wird dieses durch den Druck der äussern Luft in das Gefäß hineingetrieben und das Gefäß auf diese Weise mit Wasser angefüllet werden.

In den Vorlesungen werde ich verschiedene Versuche darüber vorweisen, nämlich einen kupfernen Heronsball, auf einer Lampe, wo das Wasser durch die Hitze springet. Die kleinen Platzkügelchen, die auf Kohlen geworfen, mit einem grossen Knalle zerspringen. Imgleichen einen Springbrunnen, welcher bloß durch die

Hitze

Hitze getrieben wird, und die sogenannte Windkugel oder Aeolipila erklären.

§. 43.

Da ich im vorhergehenden schon gezeigt habe, daß die Luft unter die flüssigen Körper gehöre; so muß folglich auch von ihr gelten, was überhaupt von allen solchen Körpern, kann angenommen und bewiesen werden: nämlich daß alle schwere Körper, in den flüssigen, so viel von ihrer eigenen Schwere verlieren, als das Gewicht der Masse der flüssigen, in dem Raum den sie ihrer Größe nach darinnen einnehmen, beträgt, wie ich in der Hydrostatik zeigen werde. Folglich werden auch nach diesem, alle schwere Körper in der Luft, so viel von ihrer eigenen Schwere verlieren, oder welches gleichviel ist; sie werden um so viel leichter seyn, als das Gewicht der Luft beträgt, deren Stelle sie einnehmen. Es sey zum Exempel ein Körper welcher vier Kubikfuß Raum in der Luft einnimmt, und ein anderer welcher nur einen Kubikfuß Raum brauchet, wenn nun diese beyden Körper in der Luft vollkommen einerley Schwere haben, so muß der grössere ohngefähr 10 Loth von seiner eigenen Schwere verlieren. Denn nach der mittlern Schwere wiegt der Kubikfuß Luft $2\frac{1}{2}$ Loth, da nun der erstere Körper gleich 4 Kubikfuß Luft verlieret; das ist = 10 Loth der zweyte hingegen nur $2\frac{1}{2}$ Loth

verlieret, so ist der erstere um $7\frac{1}{2}$ Loth schwerer als der andere, seiner eigenthümlichen Schwere nach. Daher folget, daß im luftleeren Raum ein Centner Federn schwerer ist als ein Centner Bley.

In den Vorlesungen werde ich dieses mit einer kleinen Wage und einem Körper von Pappendeckel und einem von Bley, welche in der freyen Luft mit einander im Gleichgewicht stehen, im leeren Raume auf der Luftpumpe, beweisen; wo der von Pappendeckel den Ausschlag geben wird.

§. 44.

Da nun die Körper in der Luft einen Theil ihrer Schwere verlieren, so können sie nur den Ueberrest zum wirklichen Fallen anwenden, und sie müssen daher in der Luft langsamer fallen, als für sich geschehen würde. Die Luft wirket noch auf eine andere Art auf die fallenden Körper. Denn da durch den Fall die Luft aus ihrem Ort getrieben wird, so entstehet hieraus eine neue Hinderniß des Falls. Dieser Widerstand kann nach Verschiedenheit der Geschwindigkeit die der fallende Körper bereits erhalten hat, ingleichen der Art und Grösse der Fläche, mit welcher ein Körper durch die Luft dringet, sehr verschieden seyn. Man kann sich davon durch nachfolgende Erfahrung, am besten

über

überzeugen. Man bringe einen hohen gläsernen Cylinder auf die Luftpumpe, an dessen obern Deckel ein Blech, welches vier fallende Klappen hat, die sich durch eine von oben hineingehende Schraube öffnen lassen, und lege auf jede von diesen Klappen zween Körper von sehr unterschiedener Schwere, und verdünne hernach die Luft so viel als möglich, lasse hierauf diese Klappen nacheinander loß; so wird man in dem Fallen der Körper keinen Unterschied sehen, denn der leichte wird eben sobald den Boden erreichen, als der schwere, und eine Feder so geschwind hinunter kommen als ein Stück Gold. Wiederhohlet man aber diesen Versuch, ohne die Luft zu verdünnen, so wird man sehen daß der schwerere Körper viel eher den Boden erreichet als der leichtere: daraus erhellet nun klar, daß der Widerstand der Luft die Ursache davon seyn müsse.

In den Vorlesungen werde ich dieses mit einem Goldstücke und einer Feder mit einer Silber-Münz und einem Stückgen Pappier, mit einem Stückgen Kupfer und einem dünnen Stückgen Kork, mit einem Bley und einem Stückgen Blase vorzeigen.

§. 45.

Da ferner die Ausdehnung und der Druck der Luft, wie wir aus dem bisher angeführten ge

sehen haben, vielen Veränderungen unterworfen ist, deren Ursachen in ihrer, vermehrten oder verminderten Elasticität lieget, so müssen auch aus beyden Arten der Veränderungen, Bewegungen erfolgen, wenn jene in einem gewissen Theile der Luft sich zutragen. Wir müssen daher diese Bewegungen etwas genauer betrachten; und hierbey können wir uns zween Fälle gedenken. Die Bewegung der Luft ist nämlich entweder mit einem merklichen Erschüttern ihrer kleinsten Theile nothwendig verbunden, oder sie kann ohne dergleichen Erschütterung seyn. Eine Bewegung der Luft von der letztern Art ist der **Wind** der ersteren aber ist der Schall. Was daher eine merkliche Bewegung der Luft hervorbringen kann, ohne ihre kleinsten Theile zu erschüttern, das muß auch den Wind verursachen können, und man begreift sehr leicht, daß derselbe daher aus mehr als einer Ursache entspringen kann.

Kapitel III.

Vom Schalle.

§. 46.

Der Schall entstehet gemeiniglich von dem Stoß, oder dem Zusammenstossen zweyer Kör-

Körper, deren erschütterte Theile verursachen, daß das flüssige Wesen, welches sie umgiebt, auf allen Seiten, in einer gewissen Entfernung, in eine gleichmäßige zitternde Bewegung geräth, die hernach denen andern Körpern mitgetheilet wird, welche die Fähigkeit haben, sie anzunehmen, und in eben diesem Raum darinnen solche Wirkung geschiehet, zusammen kommen, daß solchemnach eben dieselbe Glocke welche man läuten lässet, von einer sehr grossen Anzahl Personen, so in der Nähe herumstehen, kann gehöret werden. Diesemnach kann man den Schall betrachten 1) in einem klingenden Körper, 2) in dem Mitteldinge, das ihn hindurchläßt. 3) in dem Werkzeuge das den Eindruck davon empfähet.

§. 47.

Wenn man eine gespannte Saite erschüttert, so empfindet das Ohr einen Schall davon, und wenn man eine solche schallende Saite dabey berühret, so empfindet man, so lange der Schall dauret, eine zitternde Bewegung in derselben; eben dieses kann man auch bey einer Glocke bemerken. In dieser zitternden Bewegung selbst, kann aber wohl nicht eigentlich, der im Ohr, empfundene Schall bestehen. Es wird auch Niemand glauben, daß diese Saite oder Glocke, unmittelbar auf unsre Gehörwerkzeuge wirke. Noch weniger sich

überreden, daß etwas von dem klingenden Körper ausfliesse, welches die Empfindung des Schalles in unserm Ohr verursache. Da man nun bey der Saite, sowohl durch das Gesicht, als insbesondere durch das Gefühl, eine Bewegung derselben wahrnimmt; und diese Saite überall mit Luft umgeben ist, die durch diese Bewegung der Saite, nothwendig auch in Bewegung gesetzt werden muß, so wird man sehr leicht auf die Vermuthung gebracht werden, daß sich diese Bewegung der Luft bis an unser Ohr fortpflanze, und daß also der Schall in einer solchen Bewegung der Luft bestehet. Diese Vermuthung wird dadurch als eine Wahrheit befestiget, daß auch bey andern Gelegenheiten ein Schall entstehet, wo die Luft erschüttert wird; z. B. durch die Peitsche, bey dem Pfeiffen mit dem Munde, bey dem Zerspringen der Blasen, Losbrennen der Gewehre und dergleichen.

§ 48.

Sofern der Schall aber bloß in Rücksicht, auf den schallenden Körper betrachtet wird, so bestehet er in einer zitternden Bewegung seiner unmerklichen Theile. Ich sage seiner unmerklichen Theile, um dadurch zugleich den Unterschied zu bemerken, den man unter der totalen und partiellen zitternden Bewegung des schallenden Körpers

pers machen muß. Denn wenn man einen solchen Körper anstößet, so bringet man gemeiniglich zwey Arten von zitternder Bewegung oder von Schwingungen in ihm hervor. Die eine ist total, und bestehet in der merklichen Veränderung der Gestalt des Körpers. Zum Beyspiele, wenn ich auf einen Ring, der aus einer harten elastischen Materie gemacht ist, an einem Ende seines Durchmessers schlage, so werden die geschlagenen Theile dem Schlage nachgeben, und sich dem Mittelpunkte nähern. Wenn diese Näherung nicht so schnell geschähe, so würden wir an dem Ringe zwey Durchmesser von verschiedener Länge erblicken können, welche sich nach rechten Winkeln durchschneiden, weil der Ring durch die Veränderung seiner geschlagenen Theile nothwendig oval werden muß; und in dieser Veränderung der Figur bestehet die totale zitternde Bewegung.

Die zweyte Art der zitternden Bewegung, welche entstehet, wenn man an einen schallenden Körper schläget, ist die partielle, welche in einer Erschütterung seiner unmerklichen Theile bestehet. Diese letzte zitternde Bewegung wird oft die Ursache der totalen. Oft kann man aber auch Totalschwingungen hervorbringen, ohne dadurch partielle zu verursachen. Man kann die Totalschwingungen durch folgende Mittel merklich machen. Man schlage z. B. stark an eine gläserne Glocke

 und

und halte den Körper, mit welchem man daran geschlagen hat, indem sie noch schallet, nahe an die Oberfläche, so wird man ein kleines Brummen hören, welches die zitternde Bewegung der Glocke verräth, kraft welcher sie die Länge des Durchmessers, an dessen Ende sie angeschlagen worden, und die Länge dessen, welcher den ersten nach einem rechten Winkel durchschneidet, wechselsweise verändern. Diese Schwingungen werden noch merklicher, wenn man eine Saite von einer gewissen Länge, welche an zwey festen Punkten befestiget ist, mit dem Finger kneipet. So lange sie schallet, wird man auch Schwingungen an ihr bemerken, welche die Saite unter der Gestalt eines Parallelogrammes vorstellen; davon sich ein jeder leicht überzeugen kann. Welches ich in den Vorlesungen vorzeigen, und zugleich diese Totalschwingungen durch eine Stahlfeder erweisen werde.

§. 49.

Dieses bishergesagte kann auch zur Erläuterung verschiedener anderer Begebenheiten dienen, welche mit dieser Materie ein Verhältniß haben, und allerdings einige Aufmerksamkeit verdienen. Warum macht man z. E. die Glocken, aus einem Metall, das aus Zinn und Kupfer zusammengesetzt ist? Es geschiehet solches deswegen, weil ein jedes zusammengesetztes Metall härter, unbiegsamer,

mer, und folglich elastischer ist, als die einfachen Metalle, so zu solcher Vermischung genommen werden, und weil die hellklingenden Körper diese Eigenschaft, so viel mehr haben, je grösser die Schnellkraft ihrer Theile ist, so pflegt man die Materie der grossen und kleinen Glocken zusammen zu schmelzen, um also einen desto stärkern Klang zu erhalten. Man weiß ferner aus der täglichen Erfahrung, daß der Schall einer Glocke, sogleich aufhöret, so bald, als man sie mit der Hand, oder einem andern Körper berühret, weil solchergestalt die Schwingungen unterbrochen werden. Daher kommt es, daß die Thurmglocken wenn sie mit Schnee bedeckt sind, ganz dumpfig klingen. Um eben dieser Ursache willen kann eine Glocke, die einen Riß oder Sprung hat, ihre Schwingungen auch nicht fortsetzen, weil die Ränder des Spaltes gegen einander anstossen, und einer in Ansehung des andern eben das thut, was sonst ein fremder Körper, der die Glocke berühret, thun würde. Der Klang würde wahrscheinlicher Weise weniger unterbrochen seyn, wenn dieselbe an statt daß sie nur einen blossen Spalt hat, eines Fingers breit oder noch breiter, geborsten wäre. Daher hat man auch nicht nöthig, wenn eine Glocke einen Riß bekommen, daß man dieselbige umgiessen lasse, sondern man darf nur einen schmalen Streif herausschneiden lassen, wo der Riß ist, so

wird

wird solche hierdurch ihren ersten Klang wieder erhalten.

§. 50.

Es kann ferner ein jeder Körper welcher partielle Schwingungen hervorzubringen geschickt ist, auch einen Schall von sich geben, selbst die Luft, wenn sie durch die Bewegung eines festen Körpers, in eine heftige Bewegung gebracht wird, so verursachet sie einem Schall. Beyspiele hiervon sehen wir täglich genug, man nehme nur das Klatschen mit einer Peitsche, das Brausen von einem dünnen Bretchen, das die Knaben wenn es an einem Bindfaden gebunden ist, schnell herumdrehen, das Pfeiffen einer Spitzgerte, die man mit grosser Geschwindigkeit, stark beweget. Ist dieses alles wohl etwas anders als der Schall, der von einem harten Körper geschlagenen Luft. Denn in allen diesen Fällen und in sehr vielen andern, ist ein flüssiges Wesen vorhanden, das einen Schall von sich giebt und dessen Theile sich in Vibrationen setzen, weil sie durch einen festen Körper sind angestossen worden. Wir sehen also, daß bey der Entstehung eines Schalls, die Luft nothwendig da seyn müsse, wenn wir ihn hören können, und folglich auch im luftleeren Raum kein Schall gehöret werden kann, so wie auch derselbe in einer verdickten Luft viel stärker wird, weil

eine

eine grössere Menge Luft alsdann in eine zitternde Bewegung gebracht wird, wie man auf der Luftpumpe beweisen kann.

In den Vorlesungen, werde ich dieses durch Hülfe eines kleinen Uhrwerks zeigen; und zugleich erweisen, daß auch das Wasser den Schall fortpflanzet.

§. 51.

Diese zitternden Bewegungen, welche ein klingender Körper einer flüssigen Materie mittheilet, kann man aus folgender Erfahrung erkennen: Wenn man ein dünnes Kelchglas mit Wasser anfüllet, und auf dessen obern Rande, mit einem naßgemachten Finger schnell im Kreis herumfähret, so wird ein Schall entstehen, und hierdurch, indem das Glas, in eine Vibration gebracht wird, wirket solche auch auf das Wasser, und man wird die hierdurch erfolgte Erschütterung sehr deutlich sehen können. Auf eben eine solche Weise wird auch durch diese Vibrationen die Luft erschüttert. Man muß aber diese Bewegung der Luft, in welche wir das Wesen des Schalles setzen, wohl von einer jeden andern Bewegung derselben, wobey ein Lufttheilgen in verschiedene Theile des Raumes gebracht wird, unterscheiden. Bey dem Schalle, verändern eigentlich die Lufttheilchen ihren Ort nicht völlig, und man könnte, also insofern

fern läugnen, daß der Schall in einer Bewegung der Luft bestehe. Indem die Theile eines schallenden Körpers zittern, stoßen sie an die benachbarten Theile der Luft; ehe diese noch ihren Ort verlassen können, werden sie zusammengedrückt, vermöge ihrer Elasticität dehnen sie sich wieder aus, und sie müssen hierbey nothwendig wieder die neben ihnen liegenden Lufttheilchen zusammendrükken, welche sich auch nun wieder ausdehnen, daher also diese ganze Bewegung nur in einem blossen Zittern bestehet. Hieraus wird man begreifen können, warum sich die Flamme eines Lichts gar nicht beweget, wenn man sie auch gleich dicht an eine starkklingende Glocke hält.

§. 52.

Indessen ist es nicht schwer einzusehen, daß zu einer solchen Fortpflanzung des Schalles durch einen weiten Raum immer eine gewisse Zeit erfordert werde, und daß man daher den Schall nicht in demselben Augenblicke hören könne, da wo er in einer ansehnlichen Entfernung vom Ohre, durch elastische Körper zuerst erzeuget wird. Man hat in verschiedenen Gegenden Versuche darüber angestellet, wie geschwind der Schall von einem Orte zum andern gelanget. Diese Versuche stimmen aber nicht ganz genau mit einander überein, vermuthlich wegen der veränderlichen Beschaf-

schaffenheit der Luft. Nach der aus allen Beobachtungen gezogenen mittlern Geschwindigkeit, durchläuft der Schall in einer Secunde 1075 Pariser-Schuhe. Diese Bestimmung der Geschwindigkeit des Schalles kann man bey den Donnerwettern anwenden, um sich von der Furcht und dem Schrecken vor dieser Naturbegebenheit zu befreyen. Man darf nur von dem gesehenen Blitze an, seine Pulsschläge zählen, und auf jeden Pulsschlag tausend Schuhe rechnen, so weis man aus der Zeit, zwischen dem Blitz und Donner wie weit das Wetter entfernet sey. Zählten wir zehn Secunden, so dürfen wir dem Wetter einen Abstand von einer halben Meile zuschreiben. Kann man ohne sich zu schämen, eine Gefahr befürchten, die eine Stunde von uns entfernet ist? Und wenn ich den Blitz sehen sollte, dessen Schlag demselben unmittelbar folgte, so würde ich vor dem gesehenen Blitz und und gehörten Donner nicht erschrecken, eben darum, weil ich, da ich gesehen und gehöret habe, der Gefahr des Todes entronnen bin. Denn wer vom Blitze getroffen wird, der siehet weder den Blitz, noch weniger höret er den Donner. Personen welche vom Wetter sinnlos zu Boden geschlagen wurden, konnten nach der Erhohlung nicht sagen, daß sie den Blitz gesehen, oder den Donner gehöret hätten.

§. 53.

§. 53.

Stark ist der Schall, bey dem viele Lufttheile zittern, oder schwingen, schwach hingegen, wenn nur wenigen Lufttheilen eine solche Bewegung eingedrückt worden ist. Da sich nun der Schall von dem Orte, wo er hervorgebracht wird, nach allen Seiten zu, gleichsam als schallende Strahlen in eine Kugel ausbreitet, so werden nahe bey dem Körper, der den Schall erzeuget, mehr solche schallende Strahlen auf eine gewisse Fläche auffallen, als in einer grössern Entfernung, in der also der Schall schwächer wird, so wie es auch die Erfahrung lehret. Der Schall, wird daher auch reflectirt oder zurückgeworfen, wenn er gegen einen harten Körper stößt, und die Gesetze der Reflexion sind eben die, welche wir bey den andern Körpern zeigen werden. Wenn nun in C Fig. 4 ein Schall hervorgebracht wird, und der schallende Strahl C B von einem Körper in B wieder zurückgeworfen wird, so ist klar, daß Jemand in A zuerst den ursprünglichen Schall, hernach aber erst in einiger Zeit, den zurückgeworfenen hören wird, wenn anders die Entfernung A B nicht etwa gering ist. Ein solcher zurückgeworfener und zum zweyten mal gehörter Schall, wird ein Echo genennet, und kann deutlich empfunden werden, wie sich leicht aus dem vorhergehenden §. berechnen läßt, wenn A u. B wenigstens 64 Fuß weit von einander entfer-

net

net ist. Bey einer noch grösseren Entfernung wird das Echo einen Schall noch deutlicher wiederhohlen, ja selbst ganze Wörter gleichsam nachsprechen.

In den Vorlesungen lassen sich die Sprachgewölber, aus der Eigenschaft der Ellipse erklären.

§. 54.

Wenn jemand eine Oeffnung einer engen Röhre an den Mund setzet und ein anderer das Ohr vor die andere Oeffnung hält, und der erste nun leise redet, so kann der andere ihn deutlich verstehen, wenn die Röhre auch gleich viele Schuhe lang ist. Wenn in A (Fig. 5) ganz leise geredet würde, und ein Ohr in D weit genug davon entfernet, auch keine solche Röhre dazwischen wäre, so würde man in D vielleicht gar nichts davon hören, weil zu wenig schallende Strahlen bis nach D gelangten; die Strahlen A B, und A C, z. B. und unzählige andere würden nach ihren ersten Richtungen immer fortgehen und niemals nach D gelangen. In der Röhre aber werden diese Strahlen zu wiederhohlten Malen reflectirt und gelangen endlich fast alle nach D, daher man in D vermittelst einer solchen Röhre deutlich hören kann, was in A leise geredet wird.

§. 55.

Wenn aber das Ohr nicht dicht vor D gehalten würde, sondern etwa in G wäre, so würde die Röhre wenig zur Fortpflanzung des Schalles bis zu dem Ohre, beytragen; denn die Strahlen würden sich nun in D ausbreiten, nach E und F und unzähligen andern Richtungen. Giebt man hingegen dem Rohre eine geschickte Gestalt, von der Art, daß die Strahlen zuletzt alle parallel oder beynahe parallel, aus ihm heraus gehen, so wird es dienen, den Schall auch in einer noch grössern Entfernung dem Ohre zuzuführen, und man nennet ein solches Werkzeug ein Sprachrohr. Man hat verschiedene Formen zu einem solchen Instrument gewählet, der Herr Lambert aber hat gezeiget, daß ein bloßes kegelförmiges Sprachrohr, vor allen andern den Vorzug habe.

In den Vorlesungen werde ich dieses angeführte durch Versuche erweisen und zur ersten Erfahrung mich einer Röhre von 12 Fuß Länge und $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser bedienen, so wie ich bey der zweyten ein 5 Fuß langes Kegelförmiges Sprachrohr vorzeigen werde.

§. 56.

Da wir oben gesehen haben, daß ein Körper, der geschickt ist, die Luft in eine zitternde Bewegung zu setzen, auch einen Schall zu verursachen

der-

vermag, so folget ganz natürlich hieraus, daß nur derjenige Körper, welcher diese zitternde Bewegung der Luft eine Zeitlang zu erhalten im Stande ist, auch einen fortdauernden Schall verursachen könne. Ein Körper aber, der diese Eigenschaft hat, muß selbst in ein Zittern gerathen, und folglich ein elastische Körper seyn. Endlich lassen alle elastische Körper den Schall durch sich hindurch gehen, oder die Theilchen auf ihrer Oberfläche nehmen einen Eindruck von der schwingenden Bewegung der auf sie stossenden Lufttheilchen an, und pflanzen diese Erschütterung durch ihre Masse in geraden Linien durch, die alsdenn auf der andern Seite wieder die benachbarte Luft in Bewegung setzt. Auf diese Weise hören wir den auf der Strasse erweckten Schall in dem Zimmer, worinnen wir uns befinden. Auch durch das Wasser, dem man nicht alle Elasticität ganz absprechen kann, pflanzt sich der Schall fort. Ein Schall, der in freyer Luft hervorgebracht wird, kann deswegen unter dem Wasser gehöret werden; auch kann umgekehrt ein Schall, der unter dem Wasser erweckt wird, sowohl in, als ausserhalb dem Wasser vernommen werden; auch selbst wenn man das Wasser vorher von Luft befreyet hat.

In den Vorlesungen werde die Versuche mit dem Schallglas und mit zwey helfenbeinernen Kugeln in einem gläsernen Gefäß voll Wasser, erklären.

§. 57.

Es ist ferner noch ein Unterschied unter dem Schalle, welcher nicht von der Stärke und Schwäche desselbigen herrühret, sondern es ist dieses die Höhe und Tiefe eines Schalles, welcher Unterschied aus der verschiedenen Geschwindigkeit der zitternden Bewegung, welche die kleinen Lufttheilchen haben, entstehet. Wenn man nun in dieser Absicht, einen Schall mit einem andern vergleichet; so nennet man ihn einen Ton. Ein solcher Ton ist hoch, wenn die zitternde Bewegung geschwinde geschiehet, und tief, wenn sie langsam verrichtet wird. Damit man aber etwas genauer von der Beschaffenheit der Töne urtheilen könne, so ist zu merken, daß obgleich der Schall nicht von der zitternden Bewegung des ganzen Körpers, sondern vielmehr von der Erschütterung seiner kleinsten Theilchen herrühret, dennoch beyde Bewegungen fast immer in einer Uebereinstimmung unter einander sind, dergestalt, daß wenn die zitternde Bewegung des ganzen Körpers geschwinder geschiehet, auch seine kleinsten Theilchen ihr Zittern mit einer grössern Geschwindigkeit verrichten. Nun hat man angemerket, daß eine Saite welche 96 Schuhe lang gewesen, und durch ein Gewicht gedehnet worden, sich einmal in einer Secunde auf und nieder bewegt. Wenn man in die Mitte einen Steg gesteckt hat, daß die Saite nur halb so lang gewe-

sen:

sen: so hat sie zweymal in einer Secunde gezittert. Sie hat viermal diese Bewegung verrichtet wenn sie viermal kürzer gewesen, und achtmal geschwinder, wenn sie nur den achten Theil von der ganzen Länge der Saite gewesen. Es verhält sich demnach die Geschwindigkeit der zitternden Bewegung in zwey Saiten, wenn sie gleich dick sind, und gleich stark gedehnet werden, umgekehrt, wie die Länge der Saiten. Wenn demnach eine Saite nur halb so lang ist, als die andere, so zittert sie noch einmal so geschwinde. Weil sie nun aber einen Ton von sich giebt welcher um eine Octave höher ist, als der vorige: so verhält sich ein Ton zu seiner Octave wie 1 zu 2 oder eigentlicher zu sagen, die zitternde Bewegung der Lufttheilchen muß noch einmal so geschwinde geschehen, wenn ein Ton um eine Octave höher klingen soll, als ein anderer. Solchergestalt läßt sich aus der Länge der Saiten, die zitternde Bewegung, und also auch die Verhältniß der Töne gegen einander bestimmen. Alle Musikverständige sind darinnen einig, daß die Verhältniß der Töne, wenn man sie in kleinen Zahlen ausdrücket, folgende sind:

Der Unisonus wie 1:1
Die Octave wie 2:1
Die Quinte wie 3:2
Die Quarte wie 4:3
Die grosse Terze wie 5:4

Die kleine Terze wie 6 : 5
Die grosse Sexte wie 5 : 3
Die kleine Sexte wie 9 : 5
Die grosse Septime wie 15 : 8.

Welches man in den Vorlesungen mit dem Monochorde, völlig erklären kann.

§. 58.

Wenn also ein Paar Saiten gleich lang, gleich dick, und gleich stark gespannet sind, folglich gleich viel Schwingungen in einerley Zeit machen, so geben beyde einerley Ton, oder die eine giebt den Einklang (unisonus) von der andern an. Ist aber die eine von diesen gleich stark gespannten und gleich dicken Saiten, nur halb so lang als die andere, so daß sie also, in einer gegebenen Zeit noch einmal so viel Schwingungen macht und der Luft eindrücket, als die andere, so giebt sie die höhere Octave von der andern an; einen Ton, dessen grosse Aehnlichkeit mit dem Grundton, von welchem man ihn die Octave nennet, oder der wieder die tiefere Octave von jenem ist, auch das ungeübteste Ohr empfindet. Ein Ton ist also um eine Octave höher oder tiefer als ein anderer, wenn bey ihm die Lufttheilchen noch einmal so viel, oder nur halb so viel Schwingungen in einer gewissen Zeit machen, als bey dem andern Tone, von dem er die Octave genannt wird.

§. 59.

Wenn von zweyen gleich dicken und gleich stark gespannten Saiten, die eine sich zur andern in Absicht auf ihre Länge, wie zwey zu drey verhält, so giebt jene den Ton von dieser an, den man die Quinte nennet, und drückt den Lufttheilchen, in eben der Zeit drey Schwingungen ein, in der diese ihnen zwey Schwingungen giebt. Fallen aber vier Schwingungen der Lufttheilchen bey einem Ton, auf fünf Schwingungen der Lufttheilchen bey einem andern, so heißt dieser letztere Ton die grosse Terze von jenem.

§. 60.

Der Erfahrung zufolge, machen der Grundton und seine Octave, der Grundton und seine Quinte, und der Grundton und seine Terze, oder auch der Grundton, Octave, Quinte und Terze zusammen angegeben, dem Ohre Vergnügen, und diese Töne heissen deswegen consonirende Töne oder Consonanzen. Etwas weniger angenehm sind der Grundton und seine Quarte, wobey vier Schwingungen auf drey des Grundtons fallen; ingleichen der Grundton mit seiner grossen Sexte, wobey fünf Schwingungen auf drey des Grundtons fallen. Die übrigen Töne, bey denen die Anzahl der Schwingungen in einerley Zeit, in noch andern Verhältnissen steht, sind dem Ohre unangenehm,

wenn sie zugleich gehöret werden, und heissen deswegen dissonirende Töne oder Dissonanzen. Ihrer sind unzählich viele, in merklich unterschiedenen Arten der Unannehmlichkeit: die unerträglichsten sind die, welche in Ansehung der Zahl der Schwingungen nur um etwas sehr geringes von einander unterschieden sind.

§. 61.

Wenn die bey einem Schalle erschütterte Luft gegen weiche Körper stößet, so wird der Schall, wie leicht zu begreifen ist, dadurch geschwächt. Stößt sie aber gegen harte oder solche Körper, deren Theilchen in dem Grade gespannet sind, daß sie diese Art von Schwingung anzunehmen vermögend sind, so gerathen diese Theilchen in die damit übereinstimmende Bewegung, und bringen solchergestalt in der übrigen daran gränzenden Luft eben den Schall oder Ton hervor. Dieß ist die Ursache, warum ein musikalisches Instrument mit Saiten, eben die Töne gleichsam von selbst angiebt, die man auf einem andern darneben hervorbringet, so wie auch die Resonanz überhaupt und die Wirkung der Resonanzböden auf den musikalischen Instrumenten daraus begreiflich wird, deren Beschaffenheit und Gestalt ungemein zu der Wirkung dieser Instrumente beyträgt.

In den Vorlesungen werde ich dieses durch die Erfahrung mit vollkommen gleich gestimm-

ten Saiten beweisen, wo man sehen kann, daß wenn die eine davon erschüttert wird die andere ebenfalls diese Erschütterung empfindet, ob man gleich solche nicht berühret.

Kapitel IV.

Vom Winde.

§. 62.

Wir haben bisher gezeiget, daß Schall durch eine zitternde Bewegung der Lufttheilchen entstehet. Der Wind aber eine gänzliche Bewegung der ganzen Luftmasse ist. Folglich sind der Wind und der Schall, zwo ganz von einander unterschiedene Bewegungen der Luft. Der Wind also entstehet, durch die Bewegung der Luft, wobey die Theilchen derselben ihren Ort oder Stelle völlig verändern, oder welches gleichviel ist, durch ein aufgehobenes Gleichgewicht der Luft. Denn da keine totale Bewegung in einer flüssigen Materie entstehen kann, ohne, daß das Gleichgewicht derselben, durch einander entgegengesetzte Kräfte aufgehoben wird, so entstehet auch nur dann ein Wind, wann der wagrechte Stand in der Luft aufgehoben wird. Wenn aber der wagrechte Stand der Luft aufgehoben werden soll, so muß die Luft

an dem einen Orte stärker drücken, als an dem andern. Und wenn die Luft an dem einen Orte stärker drücket, als an dem andern: so hat diejenige welche am stärksten drücket, die gröste Elasticität. Solchergestalt ist die Luft in Ansehung ihrer Elasticität verschieden, wenn ein Wind entstehet. Und da die Bewegung allemal nach der Direction der stärkern Kraft erfolget, so bläset der Wind jederzeit aus dem Orte her, wo die Luft die gröste Elasticität hat. So gewiß es ist, daß alle Winde von dem aufgehobenen Gleichgewichte der Luft ihren Ursprung haben: so schwer ist es, die besondern Ursachen anzuzeigen, um welcher willen in der Natur ein Wind entstehet. So viel ist ausgemacht daß die Dünste darzu nicht wenig beytragen. Denn weil die Dünste von der Luft getragen werden, so ist eine Luft die mit Dünsten angefüllet ist, schwerer als eine andere, welche dergleichen nicht hat: ist sie schwerer als eine andere, die dergleichen nicht hat; so ist sie auch elastischer, und also bläset ein Wind aus der Gegend, wo sich die vielen Dünste befinden.

§. 63.

Besondere und nur diesem oder jenem Orte eigene Ursachen können machen, daß die in der Luftmasse ausgebreitete Ausdünstungen, die Lufttheilchen solchergestalt unter einander treiben, daß sie der Wirksamkeit der Sonnenstrahlen und des

Ae-

Aethers hinderlich fallen: oder wenn sie auch wirken, so verursachen sie hierdurch einen Wind, besonders wenn diese Materie von einer andern Art, und so beschaffen ist, daß sie eine viel grössere Kraft entweder durch die Wärme oder die Bewegung erlangen kann. Alsdann scheinet die Kraft und Flüssigkeit der Luft, gänzlich von der Wirksamkeit und Schwere der fremden Körper womit sie beladen ist, verschlungen zu seyn. Sie wird entweder erstickend und brennend, oder eißkalt und verzehrend, und in beyden Fällen wird sie höchst schädlich. Von dieser Beschaffenheit ist jener gefährliche und oft tödtliche Wind, welcher zu gewissen Zeiten in unterschiedenen asiatischen Provinzen wüthet. Es ist der Samum oder Semum, wie ihn die Araber nennen, oder nach der Sprache der Türken, der Sampeli und Regne, der Perser nennet ihn Baadi Samuur, und der Indostaner Omsghiar.

§. 64.

Dieser Wind äussert seine verderbliche Gewalt vorzüglich in dem steinigten Arabien, und Irak Arabe längst dem persischen Meerbusen, etwa vom funfzehnten Juny an, bis zum funfzehnten August. Es ist ein Glück, daß sich diese Winde durch Vorboten ankündigen, und den Reisenden dadurch Zeit gewinnen lassen, sich gegen ihren tödlichen Einfluß zu verwahren. Mehrentheils geschieht es, daß

daß nach einer kühlen Nacht, wenn die Sonne den heitersten Tag zu verkündigen scheinet, sich der Schauplatz der Natur auf einmal verändert. Die Luft geräth alsdenn in Bewegung, und die Atmosphäre scheinet ganz feurig. Dies ist eine gewisse Anzeige, daß der Samum sich in kurzem erheben werde. Die Reisenden legen sich, da dieser Wind sich nur in einer gewissen Entfernung von der Erde wirksam beweiset, sogleich mit zur Erde gerichtetem Gesichte nieder, und behalten den Zaum ihrer Pferde in den Händen, die aus einem natürlichen Triebe, den Kopf zwischen die vorderbeine stecken, und sich bis auf den Boden neigen. Gleich darauf erhebt sich ein Zischen und ein Prasseln in der Luft, und nun erscheinet der Wind, welcher etwan eine Viertelstunde dauret. Sobald er aufgehöret hat, bekommt die Luft ihre vorige Heiterkeit wieder. Dieser Wind tödtet diejenigen auf der Stelle, welche ihm ausgesetzet sind; doch beweiset er seine Kraft nur in einer gewissen Entfernung von dem Boden, woraus wahrscheinlich abzunehmen ist, daß alsdenn einige heilsame Ausdünstungen von der Erde aufsteigen, die dem Wind nicht verstatten bis an die Oberfläche der Erde zu wirken. Diejenige, welche durch ihn erstickt worden sind, scheinen bloß eingeschlafen zu seyn, denn wenn man sie siehet, so sollte man glauben, sie lägen in einem süßen Schlafe: allein da

sie

sie durch ein innerliches Feuer getödtet worden sind, so gehen ihre Glieder aus einander, so bald man sie berühret, und denen, die sie aus dem vermeintlichen Schlaf erwecken wollen, bleiben ihre Arme in den Händen. Die Körper solcher Verunglückten, sind gleichsam aufgelöset, ohne daß sie weder ihre Gestalt noch Farbe verlieren; eine Wirkung die noch erstaunenswürdiger ist, als der Tod selbst, den dieser Wind verursachet. Und man siehet, daß in diesem Falle die Luft ein Zerstören nach Art des Feuers wirket, wenn sie von ihm durchdrungen ist; denn dieselbe ist hier gleichsam ein Klumpen eines subtilen feurigen oder elektrischen Flüssigen, welches ohne alle Hindernisse, und mit der grösten Kraft, wirket, theilet und auflöset.

§. 65.

Eine andere Art von schädlichen Winden sind gewisse Landwinde auf der Küste Guinea, welche zwischen Ost und Nordost wehen, ohne sich näher nach Norden zu ziehen, welche stets frisch sind, und einerley Stärke behalten, ohne Blitz, ohne Donner und ohne Regen; welche die Beschaffenheit der Atmosphäre verändern, indem sie die Luft mit sehr scharfen Salze und Schwefeltheilchen anfüllen, und dieses in so einem grossen Ueberfluß, daß so lange diese Winde wehen, die Sonne nicht scheinet, und

der Himmel stets bedeckt bleibet. Dieser Wind, den man in diesem Lande Harmattan nennet, fängt zwischen dem Ausgange des Decembers und den ersten Tagen des Hornung gewöhnlich an. Er dauret ordentlicher Weise drey, auch manchmal fünf Tage, aber nie länger. Derselbe ist so kalt und durchdringend, daß er die Fugen der Bretter in den Gemächern, und die Seiten und Verdecke der Schiffe, welche über dem Wasser stehen, aus einander treibt. In diesem Zustande bleiben sie, so lange dieser Wind bläset. Um seinen schädlichen Einflüssen auszuweichen, ist man sehr sorgfältig darauf bedacht, sich in den Häusern zu verbergen, und diese für das Eindringen zu verwahren. Nichts als eine dringende Nothwendigkeit oder ein ausserordentlicher Fall, kann Personen in diesem Lande nöthigen, während daß dieser Wind wehet, ihre Häuser zu verlassen. Eben so schädlich ist derselbe auch den Thieren, deren Leben von der Sorgfalt der Eigenthümer abhängt, ihnen einen Zufluchtsort zu verschaffen, ausser dem würden sie in kurzen umkommen. Selbst die Menschen welche die nöthigen Bequemlichkeiten nicht haben, oder ihren Leib nicht mit süssem Oel salben, um sich gegen die ungesunde Luft zu verwahren, können nicht so ungehindert als sonst, Athem hohlen: sie werden durch die Schärfe derselben, die sie auf allen Seiten anfällt, und das ein schmerzhaftes Reissen in

allen

allen zum Athemhohlen gehörigen Werkzeugen verursachet, gleichsam erstickt.

§. 66.

Man nimmt überhaupt von Entstehung der Winde vier Hauptursachen an, um diese Lufterscheinung zu erklären; nämlich durch die Verdünnung der Luft, durch die Federkraft, durch die Gährungen, und das unterirdische Feuer, oder durch einen Wolkenbruch. Durch die Verdünnung, wenn die Luft durch die Sonne ausgedehnet wird, indem sie solche erwärmet. In diesem Stande der Ausdehnung nimmt sie einen grössern Umfang an, und damit sie sich eines Raums bemächtige, der diesem neuen Umfange angemessen ist, so treibt sie die nächst angränzende Luft mit äusserster Heftigkeit vor sich her, welche den ganzen Theil der Atmosphäre in heftige Bewegung setzt; diese Wirkung erfolgt in den heissen Himmelsstrichen, und bringt die Haupt- und beständigen Winde hervor. 2) Ihre Federkraft, weil sich kein Körper in der Natur befindet, der so elastisch wäre, als die Luft: wenn sie in einem Theile der Atmosphäre ausgedehnet wird, so muß sie nothwendig diejenige von sich stossen, wovon sie umgeben ist; und da sie diese Wirkung immer der nächsten mittheilet, so pflanzt sie solche ins Weite fort, welches denn eine physikalische Ursache des

Windes wird. 3) durch die Gährung und das unterirdische Feuer; wenn die Sonnenhitze aus der Erde die Ausdünstungen heraus ziehet, welche sich sammlen, sich in der mittlern Region der Atmosphäre ausbreiten, und diese Erschütterungen und Stöße zuwege bringen, welche durch die Austreibung der Gährung verursacht werden, und durch die groben schweflichten und salzichten Materien, die sich in einander reiben. Hieraus entstehen die sogenannten Stoßwinde oder Windstöße, welche nur eine kurze Zeit dauren, dann aufhören, und wieder anfangen. Endlich 4) durch einen Wolkenbruch, wenn eine Wolke, die schwerer als der Theil der Luft, welcher sie träget, sich in einen Regenguß verwandelt. Sie fällt mit Ungestüm herab, und drückt mit solcher Gewalt auf die Luft, die sich zwischen ihr und der Erde befindet, daß sie solche zwingt, geschwinde auszuweichen, woraus die Ungewitter und Sturmwinde entstehen.

§. 67.

Die Geschwindigkeit der Winde ist sehr unterschieden. Diejenigen, die so reißend sind, daß sie Bäume und Wälder umwerfen, laufen nach Mariottens Beobachtung so schnell, daß sie in einer Secunde 32 pariser Schuhe zurücklegen. Allein aus genauern Beobachtungen schliesset man, daß die heftigsten Winde, mit so grosser Schnelligkeit

gewehet, daß sie in einer Secunde 66 engl. Schuhe, und in einer Stunde 45 engl. Meilen durchlaufen. Diese sind freylich ausserordentlich heftig und gewaltsam gewesen, daß sie eine steinerne Bildsäule 12 Schuhe hoch, fünf Schuhe breit und 2 Schuh dick, zerbrochen, und ganze Wälder niedergeworfen haben. Es sind aber auch andere Winde so langsam, daß sie keinen Reiter einhohlen; andere so mässig geschwinde, die nur 10 englische Meilen in einer Stunde zurücklegen.

§. 68.

Der Nutzen den die Winde in der Natur haben, ist sehr groß, und ob sie auch gleich manchmal viel Schaden anrichten, so übersteiget doch solchen allezeit der Nutzen weit mehr. Sie reinigen die Luft in der wir leben, und die unsere Ausdünstungen verunreinigen, weil durch sie solche fortgeschaft, ausgefegt, und eine reinere an ihre Stelle gebracht wird, welche den athmenden gesund ist; theils werden sie ihr aber auch durch die beständige Bewegung die sie ihr verschaffen, nützlich. Wenn die Luft faul wird, sonderlich im Sommer, so wird sie schädlich, es entstehen ansteckende Krankheiten und Seuchen, wie öfters die Erfahrung gelehret hat. Die Winde mässigen und kühlen die von der Sonne gar zu sehr erhitzte Luft; so daß die Gegenden, da sonst niemand wohnen könnte, bewohnbar werden. So wehen in Ost und Westindien die

Seewinde bey Tage, die Landwinde des Abends, die mit ihrem Hauche, Luft, Erde, und Wasser erquicken. Die Winde tragen Wärme und Kälte aus einem Lande in das andere: daher bringen uns die Südwinde Wärme und die Nordwinde Kälte. Die aus den Dünsten entstandenen Wolken führen die Winde durch die Luft, in allen Gegenden, damit sie den Ländern Regen verschaffen, von welchem alle Pflanzen wachsen, blühen und leben. Aber die Winde dämpfen auch den überflüssigen Regen. Denn bald führen sie Wolken herzu, bald wieder weg; so daß der Regen durch die ganze Welt vertheilet wird. Auch die Ausdünstungen der Erde treiben die Winde in Gegenden, wo die unreine Luft weggeführet wird; und das, wodurch das Wachsthum der Pflanzen befördert wird, bleibt nicht allein, sondern wird vielen gemein gemacht. Die Winde bewegen die Wasser der Meere, Seen Teiche, Pfützen und Gräben, damit sie nicht durchs Stocken, faul und stinkend werden. Und endlich welchen Nutzen geben die Winde bey der Schiffart? so wie auch durch die Winde viele Maschinen bewegt, und Mühlen getrieben werden, wodurch die Arbeit der Menschen zu ihrem grossen Vortheil erleichtert wird. Vieles andern Nutzens von ihnen nicht zu gedencken.

In den Vorlesungen werde ich das bisher von dem Wind gesagte durch verschiedene Versuche

suche erklären, und die Entstehung der Winde durch die Dünste, mit der Dampfkugel beweisen.

Kapitel V.

Fernere Fortsetzung von der Luft.

§. 69.

Da ich oben schon behauptet habe, daß die Luft ein flüssiges Wesen ist, ohne dessen Daseyn diese Erde, so wenig als ein lebendiges Geschöpf bestehen könnte; so ist es daher auch nöthig, uns mit der Wirkung welche sie auf oder in unserm Körper hervorbringet, genauer bekannt zu machen. Denn so gesund und heilsam auch die Luft zu seyn scheinet, so muß sie doch oft erneuert werden, wenn sie zur Erhaltung des thierischen Körpers geschickt bleiben soll; denn die reinste Luft verdirbt sehr bald, wenn sie mit thierischen Ausdünstungen angefüllet und nicht davon wieder gereiniget wird. Ueberdieß ist leicht zu begreifen, daß die Fäulniß der Luft unmittelbar auf die Auflösung der thierischen Substanzen folgen müsse. Man darf sich also nicht verwundern, daß diejenigen Theile, welche auch von dem gesundesten Menschen ausdünsten, die Luft anstecken, wenn sie nicht beständig erneuert wird. Sehen wir nicht

alle Tage, daß das Wasser, mit welchem man sich wäscht in kurzer Zeit einen faulen Gestank bekömmt. Man kann daher die Luft in den Wohnzimmern nicht oft und sorgfältig genug erneuern, und man muß solches in denjenigen Zimmern thun, in welchen Kranke befindlich sind, weil ihre Ausdünstungen am geschwindesten in die Fäulniß übergehen. Indessen ist es die mit unmerklichen ungesunden Ausdünstungen angefüllte Luft, wenn sie nicht erneuert wird, nicht allein, welche für das Einathmen sehr gefährlich ist; sondern eine jede Luft, so wie sie auch seyn mag, wird schädlich, wenn sie mit Ausflüssen auch der gesundesten Substanzen überladen, und nicht sorgfältig erneuert wird. Anton Charthagena berichtet uns, daß zwey Personen plötzlich sturben, weil sie auf einen Kornboden giengen, welcher eine sehr lange Zeit völlig verschlossen gewesen war. Ueberhaupt jede Luft, welche nicht circuliret, wird für das Einathmen schädlich. Cardanus erzählet eine merkwürdige Geschichte, nämlich, daß eine Frau, aus Furcht vor dem Kriege zwey Kästen verborgen habe, worinnen sie ihr Hausgeräthe verschlossen gehabt. Als man diese Kästen dreyßig Jahre nachher eröfnete, starben alle diejenigen innerhalb drey Tage, welche bey der Oeffnung gegenwärtig gewesen waren, oder etwas von dem Geräthe angerühret hatten.

§. 70.

§. 70.

Man kann also nicht vorsichtig genug seyn, um beständig eine freye Circulation der Luft zu erhalten, und sie desto öfter zu erneuern, jemehr sie mit fremdartigen Substanzen angefüllet wird, welche eine schädliche Eigenschaft bekommen können. Denn jedermann weis, daß wir, nicht nur von allen Seiten, mit der Luft umgeben sind, sondern, daß wir auch alle Augenblicke einen Theil derselben einschlucken, welcher durch das Athemhohlen in die Lunge gehet. Noch mehr, ein Theil der Luft welchen wir einathmen, gehet in die Wege des Kreislaufes und vermischet sich mit den verschiedenen flüssigen Dingen, welche durch unsern ganzen Körper circuliren. Nun kann man nicht sorgfältig genug über die Beschaffenheit einer jeden Substanz wachen, welche sich mit den flüssigen Theilen unsers Körpers vermischen soll, weil sie auf so manche Art verderbt werden können, und ihre gute Beschaffenheit doch zur Erhaltung des Lebens unentbehrlich ist.

§. 71.

Man siehet hieraus wie höchst schädlich es ist, wenn man eine schon verdorbene Luft wieder einathmet; welches man am deutlichsten durch folgende Erfahrung beweisen kann. Wenn man unter eine kleine gläserne Glocke einen Vogel setzet

und solche verwahret, daß keine frische Luft mehr hinein kommen kann, so befindet sich der Vogel in einer Luft, welche gleich im Anfang mit der atmosphärischen gleich war, die aber in der Folge durch das Ein- und Ausathmen des Vogels so sehr verdorben wird, daß kein Thier mehr darinnen leben kann. Wenn man nun diese Glocke mit dem Vogel eine Zeitlang stehen läßt, so wird man finden daß der Vogel zwar anfänglich kein Zeichen einiger Beschwerlichkeit von sich giebt nach einigen Minuten wird er geschwinder Athem hohlen, eine Aengstlichkeit zeigen, und sich anstellen als ob der Hals verstopfet wäre. Diese Zufälle werden immer mehr und mehr zunehmen, bis endlich der Vogel die Kräfte verlieret und mit Taumeln umfällt, worauf sogleich alle Bewegungen, bis auf ein schwaches Auf- und Zuschließen des Schnabels ausgenommen, aufhören; nach welchen der Vogel stirbt.

§. 72.

Man siehet also hieraus sehr klar die üblen Folgen einer zum öftern eingeathmeten unreinen Luft. Denn der allergemeineste, wichtigste Gebrauch der Luft äussert sich bey dem Athemhohlen. In einer jeden Minute hebet sich die Brust ohngefähr 50mal in die Höhe, und senket sich wieder nieder, und durch diese abwechselnde Bewegung,

gung, die der eines Blasbalges, welcher auf und nieder gezogen wird, ziemlich gleich kommt, ziehet sie sich zusammen, und erweitert sich wieder: unter währender Erweiterung nimmt sie die äussere Luft auf, welche, indem sie durch die Schwere des Dunstkreises gedrückt wird, in die Lungenbläsgen hinein gehet, wenn sich nun nachher die Brust niedersencket, so gehet die Luft, welche nicht mehr darinnen aufbehalten werden kann, heraus, und führet diejenigen Dünste mit sich fort, womit sie beschweret ist. Die erste von diesen beyden Handlungen, nennet man das Einathmen, und die andere das Ausathmen und beyde sind so unentbehrlich zur Erhaltung des Lebens, daß fast kein Thier zu finden ist, welches nicht ohnfehlbar sterben sollte, so bald man ihm diese doppelte Bewegung benimmt, oder dasselbe einer solchen Luft beraubet, die vermögend ist solche Bewegung zu unterhalten. Wie wir in der Folge sehen werden.

§. 73.

Man hat demnach mit vieler Wahrscheinlichkeit, angenommen, daß eine Luft, welche einmal durch die Lunge gegangen ist, zum fernern Einathmen untauglich sey. Von diesem Satz verdienen folgende zwey Erklärungen allen andern Muthmassungen vorgezogen zu werden. Die erste ist: daß die Luft, welche einmal in der Lunge war, von den

Dünsten des Geblüts, die oft schädlich genug sind, dergestalt beschweret wird, daß sie unbrauchbar wird. Denn indem sie das Blut von schädlichen Theilen reiniget, wird sie selbst damit, wie ein Schwamm mit Wasser angefüllet. Dieser Ueberfluß von bösartigen Dünsten, wenn man die nämliche aus der Lunge gestossene Luft, abermals einsauget, bringt das ausgeworfene Schädliche wieder zur Lunge, welches sich gar bald also anhäufet, daß der Mensch in seinem Eigenen erstickt. Die andere ist: daß die Luft nur so weit zum Athemhohlen diene, als sie eine Elasticität hat. Da nun dieselbige in der Lunge, besonders, durch die empfangenen, von dem Geblüte abgesonderten Dünste einen grossen Theil ihrer Federkraft verlieret, so taugt sie ferner zum brauchbaren Einsaugen nicht. Diese beyden Erklärungen, lassen sich gar wohl mit einander vereinigen, und machen alsdenn die wahre Ursache dieser Wirkung aus, und lehren uns so viel ganz gewiß, daß die Luft, ohne eine Verneuerung, mehr schade als nutze.

§. 74.

Ob man nun gleichwohl einen Ort mit aller Vorsicht vermeidet und ausweichet, wo man gewiß überzeuget ist, daß eine unreine und vergiftete Luft vorhanden, welche einer seltenen Verneuerung fähig ist; so läßt es doch in einigen Stücken, das Vor-

urtheil

urtheil des Alterthums, der Mode, und einer vermeynten Schönheit nicht zu, daß man da eine Gefahr siehet, wo sie doch offenbar erweislich ist; z. B. die Gewohnheit in Betten zu schlafen, die mit einem starken Betthimmel und Vorhängen verwahret sind, welche recht genau an dem Bett herabstreichen müssen, und alle Seiten so einhüllen, daß fast kein Lüftgen hinein dringen kann. In einem solchen eingeschlossenen Kasten liegen wir, ich will nur sagen 7 Stunden, einige 10, und dünsten unter den warmen Federn stärker, als wenn wir bey Tage, in den Kleidern sind. Diese Dünste können nirgends ausweichen, und wir zwingen uns selbst eine Luft durch das Othemhohlen zu geniessen, welche nach allen Erfahrungen zum freyen Einathmen ganz unbrauchbar geworden ist. Darf man sich wundern, wenn man matter erwachet, als man sich niedergeleget hat? Kann eine so gefährliche Ruhe dem Körper eine Erfrischung seyn? Ist nicht die Mode ein Tyrann, der nach unserer Gesundheit strebt? — Noch weit schädlicher aber sind die sogenannten Zeltbetten, welche noch dazu niedrig genug sind, um die Ausdünstungen, zusammen zu halten, und die Luft noch mehr zu verderben. Damit aber dieser Fehler der Vorhängbetten noch mehr vergrössert werde, so werden die Thüren verriegelt, und die Fenster mit Vorhängen verdeckt, daß es in einem solchen Schlafgemach, auch bey Tage, wie

in einer Camera obſcura ausſiehet. Es iſt alſo ſehr vernünftig gehandelt, wenn man die Betthimmel mit den Vorhängen, abſchaft, um ungehindert eine freye Luft ſchöpfen zu können. Sollte man aber die Letztern nicht miſſen wollen; ſo verpflichtet uns doch unſere eigene Geſundheit die Betthimmel zu verwerfen, und die Zeltbetten ganz abzuſchaffen; die Bettvorhänge nicht ganz zugezogen, und die Vorhänge bey den Fenſtern, zwar zugezogen, aber ein Fenſter unter denſelbigen offen laſſen, damit immer eine friſche Luft hierdurch eintreten kann.

In den Vorleſungen werde ich die Geſtalt und den Nutzen des Ventilators vorzeigen, und ſeine Wirkung erklären.

§. 75.

Das animaliſche Leben beſtehet vornehmlich, wie wir wiſſen, in der Bewegung des Herzens und dem Umlaufe des Blutes. Nun wird aber ſo wohl das Eine als das Andere, durch das Athemhohlen unterſtützet, nach dem Zeugniß der geſchickteſten Zergliederer. Und ich geſtehe es gern, daß die Beraubung der Luft nothwendig den Tod eines jeden Thieres verurſachen müſſe, welches in der Luft zu leben gewohnt iſt. Allein alle Thiere, welche man unter der Luftpumpe tödtet, ſterben, ehe man noch die Luft ausgepumpet hat. Die Beraubung

bung der Luft ist also nicht die unmittelbare Ursache des Todes dieser Thiere, und daher wollen wir die wahre Ursache zu entdecken suchen. Wenn man ein Thier unter die Glocke auf die Luftpumpe bringet, und die Luft auspumpet, so wird das Thier nach den ersten Stempelzügen unruhig, seine Unruhe nimmt zu, so wie man fortfähret, die Luft auszupumpen, oft giebt es die Excremente durch beyde Wege von sich, endlich schwillt es auf, bekömmt Convulsionen, und stirbt.

§. 76.

So bald man anfängt die Luft unter der Glocke zu verdünnen, so hebet man das Gleichgewicht zwischen der Luft auf, welche in allen Theilen des Körpers des Thieres befindlich ist, und zwischen der Luft, welche dasselbige von aussen umgiebt. Die erstere dehnet sich also plötzlich aus, um das verlohrne Gleichgewicht wieder herzustellen, welches dem Thiere, eine Beschwerde verursachet, welches es durch seine Unruhe verräth. Fähret man fort die unter der Glocke befindliche Luft zu verdünnen, so fährt auch die innere Luft fort, sich auszudehnen. Ueberdies ist die unter der Glocke noch übrige Luft, wenn sie bis auf einen gewissen Grad verdünnet worden, nicht mehr im Stande die Bläsgen der Luftröhre aufzuschwellen, folglich auch nicht die Gefäße, welche über diesen

sen Bläsgen liegen, wie doch nöthig ist, auszudehnen, und zu verlängern. Diese Gefäße verstatten also nicht mehr eine Circulation in der Lunge, welches denn nebst der ersten Ursache, die Beschwerde und Unruhe des Thieres vermehret. Wenn man fortfähret, die Luft auszupumpen, so schwillt das Thier auf, welches von der grossen Ausdehnung, der innerlichen Luft herrühret, deren zarteste Theilchen durch die Schweißlöcher der Haut davongehen, da hingegen die gröbern Theile zwischen den Theilen des Thieres gleichsam verschlossen bleiben. Sie verursachen also dieses Aufschwellen, welches wegen der Menge der kleinen aufgeschwollenen Theile sehr merklich wird. Oft giebt das Thier seine Excremente von sich, weil der Magen und die Eingeweide, so wie die darinnen befindlichen Substanzen eine grosse Menge Luft enthalten, welche, wenn sie nicht mehr so stark gedrückt werden als vorher, ihre ausdehnende Kraft entwickelt, und sich immer mehr verdünnet, jemehr das Gewicht, von welchem sie gedrückt wird, abnimmt. Diese Ausdehnung öfnet die zusammenziehenden Muskeln, welche diese Substanzen zurück hielt, und nimmt sie mit sich fort. Endlich bekommt das Thier Convulsionen und stirbt, und diese Erscheinung verdient die ganze Aufmerksamkeit des Naturkundigen; denn solche zu erklären, muß man bemerken, daß die meisten Thiere mit

wel-

welchen man diese Versuche anstellet, sterben, ehe die Luft bis auf zwey Drittheile verdünnet worden; daher eigentlich solche nicht von der allzugrossen Verdünnung der Luft sterben. Die wahre Ursache ihres Todes ist der Mangel des Kreislaufes in den flüssigen Theilen, der von der Geschwindigkeit womit man die Luft verdünnet, nicht aber von der Verdünnung der Luft selbst, herrühret. Denn wenn die Luft schnell verdünnet wird, so hat die innere Luft nicht Zeit sich mit der äussern ins Gleichgewicht zu setzen. Sie reißt sich plötzlich und mit Ungestüm von den Theilchen der flüssigen Körper los, es versammlen sich dabey mehrere Luftkügelchen, und machen Kügelchen von einer gewissen Grösse aus, welche den Zusammenhang der flüssigen Theile trennen, die Gefässe verstopfen, und den Kreislauf des Bluts und der Feuchtigkeiten in den Haarröhrchen hemmen. Wird der Kreislauf in den Haarröhrchen gehemmet, so wird er auch in den Communications-Röhren und in den Hauptkanälen erschweret, und dieses bringet endlich den Tod des Thiers hervor.

In den Vorlesungen, werde ich dieses mit verschiedenen Versuchen, so wohl mit Vögeln als auch mit Fischen, auf der Luftpumpe erklären, und vorzeigen.

§. 77.

Diese Unterbrechung des Kreislaufes, durch die schnelle Verdünnung der innern Luft, kann man durch folgenden Versuch sehr deutlich erklären. Man nehme eine gläserne Haarröhre, welche in der Form eines Zickzacks gebogen ist, und fülle sie mit einem Liquor welcher viele Luft enthält, z. B. mit rothen Wein an. Wenn man sie nun auf den Teller der Luftpumpe unter der Glocke bringet, und die Luft unter der Glocke, schnell nach einander auspumpet, so wird man bey den ersten Stempelzügen schon eine innere Bewegung an dem Liquor bemerken, welcher sich vermehrt. Hierauf wird man viele Luftblasen erblicken, welche zusammmenstossen, grosse Luftblasen bilden, und die Röhre verstopfen werden. Läßt man wieder Luft unter die Glocke, so werden die größten Blasen nicht so sehr verdicket werden, daß dadurch die verursachte Verstopfung gehoben werden könnte, sondern der Liquor bleibet unterbrochen. Die Wirkung wird an den Gefässen der Thiere noch merklicher, weil sie weit kleiner sind, und weil die darinnen befindlichen Feuchtigkeiten, weit mehr Luft enthalten; denn das Blut allein enthält 33 mal mehr Luft, als seine eigne Masse beträgt. Man siehet aus diesem ferner, daß die Thiere, mit welchen man diesen Versuch anstellet, nothwendig sterben müssen, wenn man die Luft bis auf einen

gewis-

gewissen Grad ausgepumpet hat, weil die allzu-sehr ausgedehnte und zwischen den Theilen der flüssigen Körper enthaltene Luft ihr Volumen nicht wieder bekommen, noch die dadurch verursachten Verstopfungen völlig heben kann.

§. 78.

Noch weit gefährlicher ist eine mit schädlichen Dünsten geschwängerte Luft, worunter vorzüglich der Kohlendamf zu rechnen ist. Man kann sich hiervon durch folgende Erfahrung am besten überzeugen. Wenn man einen Vogel unter die Glocke welche oben mit einer gekrümmten kupfernen Röhre versehen ist, auf die Luftpumpe bringet, und die Luft auspumpet, so wird es ihm im geringsten nicht schaden, weil durch die kupferne Röhre beständig frische Luft hinein gehet. Wenn man aber das Ende dieser Röhre, in glühende Kohlen stecket, daß die Luft über die glühende Kohlen gehet, so wird sie in eine giftige Luft verwandelt, welche den Vogel sehr bald tödten wird. Man kann hieraus leicht einsehen, daß sich sehr viele schwefelichte Theile in einer solchen Luft befinden, welche sogleich die Lungengefässe enger machen, und hierdurch gleichfalls das Blut in seinem Umlauf verhindern. Man findet oft eine dergleichen Luft in alten Brunnen, wo die Arbeitsleute, wenn sie bis auf eine gewisse Tiefe hinabkommen, augenblicklich ersticken

müs-

müssen, und wie viel traurige Exempel sind uns nicht von der schädlichen Wirkung des Kohlendampfes in verschlossenen Gemächern, bekannt. Denn wo die Luft durch keinen freyen Zug, beständig erneuert werden kann, da ist sie allezeit ein wahres Gift, so wohl für die Menschen, als auch für die Thiere, wie wir oben schon gesagt haben.

§. 79.

Ich habe bisher die allgemeinen Eigenschaften und Wirkungen der Luft angeführet, nun will ich ein paar besondere Eigenschaften derselben anführen. Nämlich, die erste ist, daß kein Feuer ohne die Luft weder entstehen, noch fortdauern kann. Hiervon giebt uns folgende Erfahrung hinlänglichen Beweiß. Wenn man ein Flintenschloß auf die Luftpumpe bringet, in dessen Zündpfanne man einen Zunder thut, und solches unter die Glocke setzet, hernach die Luft auspumpet, alsdann den Hahn losschlagen läßt, so wird man sehen, daß er weder Funken giebt, noch den Zunder entzündet, weil die Luft fehlet, welche doch zur Entstehung der Entzündung das ihrige beytragen muß. Daß aber auch die Fortdauer des Feuers ohne Luft nicht bestehet, beweiset, daß wenn man ein Licht unter eine Glocke auf die Luftpumpe bringet, solches so bald die Luft schnell verdünnet wird, gleich verlö-

schen

schen wird. Allein auch in einer eingeschlossenen Luft, so wenig, als in einer Luft, welche wohl einen freyen Zugang haben kann, der aber nicht hinlänglich ist, die verdorbene Luft zu verbessern, kann ein Licht eben so wenig brennen als im luftleeren Raum. Denn selbst der Ursprung der Flamme, welche nichts anders als ein entzündeter Dunst ist, der in der Luft einen zu unterscheidenden Raum einnimmt, zeigt es hinreichend, daß die Luft bey derselben mitwirke, denn auch selbst die reinste Flamme kann im luftleeren Raume nicht fortdauern, sondern erlöschet.

In den Vorlesungen werde ich dieses, durch verschiedene Versuche, so wohl mit einem Wachslicht, als mit angezündetem Spiritusvini, beweisen.

§. 80.

Aus diesem im vorigen §. angeführten, lassen sich folgende Folgerungen herleiten: 1) Alles dasjenige was eine heftige Ausbreitung der Theile einer Flamme zu bewirken vermag, ist auch geschickt die Flamme auszulöschen. Welches die Erfahrung beweiset: darum kann man durch das Blasen des Mundes die Flamme eines Lichts auslöschen. Daher dauert keine Flamme, in einem Raume, in welchem die Hitze die Luft sehr verdünnet hat. 2) Was der bestimmten Erschütterung

der brennenden Theile und ihrer Ausbreitung genugsame Hindernisse setzet, das ist auch ein Mittel die Flamme zu schwächen, und gar auszulöschen. Darum verschwindet die Flamme, wenn man ein Licht umkehret, oder wenn man gegen ihren Dacht zu, vieles Talg, Wachs, Oel, Wasser, Sand, u. d. g. bringet. Daher erstickt auch die Flamme an einem Orte, wo eine sehr erhitzte Luft nicht schnell genug weichen kann. 3) Wenn die Nahrung der Flamme fehlet, oder die Höhlungen des Dachtes durch die irdischen Theile der brennbaren Materie zu sehr verstopft sind, so muß die Flamme verlöschen.

§. 81.

Das gesellschaftliche Leben, hat von der Art, wie Flamme ausgelöschet werden kann, die wichtigsten Vortheile. Niemand ist in seiner Wohnung vor der Gefahr des Feuers sicher, und einem jeden ist daran gelegen, daß er sich in solchen Fällen zu rathen weiß. Daher ist es leicht möglich, daß die Flamme eines brennenden Schornsteins dadurch erstickes wird, wenn die in seinem untern oder obern Theile angebrachte eiserne Klappe schnell verschlossen wird. Darum verlöscht vielmals ein noch nicht zu heftig angegangenes Feuer, wenn man auf dem Heerd eine Hand voll gepülverten Schwefel in das Feuer wirft, oder wenn

man mit einer Pistole in den Schornstein schießet. Diese Ursache dadurch eine Flamme ausgelöschet und erstickt wird, kommt blos von den Wirkungen der Luft her. Denn im erstem Falle, wird blos durch das Zuschliessen der Klappe, die Luft verhindert einen frischen Zug zu erlangen, daher sie durch das Feuer selbst verdorben wird, und folglich dasselbige erstickt. Im zweyten Fall, wird die Luft durch die sauren Schwefeltheilchen dergestalt verdorben, daß sie im Stande ist, das Feuer zu dämpfen. Und endlich im dritten Fall, wird die Luft durch den Schuß, und den Knall, so wohl als auch durch die in dem Schießpulver enthaltene und plötzlich entwickelte Luft, so schnell in dem Schornstein verdünnet, daß davon das Feuer verlöschen muß, worzu auch noch die sehr heftige Erschütterung der Flamme selbst kommet, die gleichfalls auch im Stande ist, eine Flamme auszulöschen.

§. 82.

Die zweyte besondere Eigenschaft der Luft ist, diejenige nämlich: daß sie, ein Auflösungsmittel anderer Körper ist. — So wie das Wasser die Luft in sich zu nehmen und aufzulösen vermag, so kann auch umgekehrt wieder die Luft dem Wasser und mehrern andern flüssigen Körpern, als Auflösungsmittel dienen. Wenn man daher Wasser zum Exempel an die freye Luft stellet, so vermindert

sich die Menge desselbigen immer mehr und mehr, und zwar um so viel stärker, je grösser die Oberfläche des flüssigen Körpers ist, womit er die Luft berühret, je leichter und je weniger zähe er ist, je mehr die Luft über seine Oberfläche beweget wird. Eben dies geschieht in der Wärme. Die Bewegung der Luft befördert indessen die Ausdünstung mehr, als die Wärme. Allein nicht nur diese Beförderung der Ausdünstung flüssiger Körper können wir der Luft zuschreiben, sondern auch selbst die Auflösung fester Körper, kann ohne Luft nicht so gut von statten gehen, oder welches gleichviel ist, der Druck der Luft ist zu der Wirksamkeit der Auflösungsmittel ganz unentbehrlich. Davon man sich leicht durch folgende Erfahrung überzeugen kann. Wenn man gleiche Theile von dünngeschlagenem Kupfer in zwey gleiche gläserne Gefäße thut, und gleiche Theile Scheidewasser hierzu nimmt, und eines von diesen Gefäßen in leeren Raum bringet, so wird sich ein solcher Unterschied zwischen der Auflösung der Körper in der freyen Luft, und der im leeren Raume zeigen, welcher uns hinlänglich überweisen wird. Denn das Scheidewasser wird im leeren Raume untereinander gehen, zu sieden, und immerfort häufige Blasen zu werfen anfangen. In dem Glas, das der freyen Luft ausgesetzet ist, wird es sich nicht so stark äussern, als in dem andern, woselbst diese Bewegung weit heftiger ist. Man

sollte

sollte also glauben, daß das Kupfer im luftleeren Raume, eher als im andern aufgelöset werden müste, weil das Scheidwasser in einer weit grössern Bewegung ist. Allein, man wird finden, daß gerade das Gegentheil davon erfolget.

§. 83.

Die Ursachen der vorhergehenden Erscheinung mögen folgende seyn: 1) wird das Aufwallen und Sieden der Flüssigkeiten, durch die Schweere der Luft nicht wenig gehemmet, daher kommt es nun, daß die Theile der Flüssigkeit, die sich mit grosser Gewalt erheben, von der Luft aber zurückgeworfen werden, desto stärker an die untenliegenden Sachen anschlagen. Dieses wäre die erste Ursache, warum die Metalle in der freyen Luft eher aufgelöset werden, als im leeren Raume. Die andere Ursache davon ist diese. Alle auflösende Flüßigkeiten, haben gewisse höchst feine und sehr bewegliche Theilchen, welche leicht verfliegen, wenn sie nicht entweder selbst durch die Schweere der Flüssigkeiten, oder durch das Gewicht der darauf drükkenden Luft zurücke gehalten werden. Durch diese Theilchen nur, wird vornehmlich die Auflösungskraft, sehr vermehret; und folglich vermindert, wenn dieselbigen verfliegen. Diese besondere Feinheit aber und Geschwindigkeit der Theilchen in den auflösenden Dingen, zeiget der Dampf, welcher beständig aus den feurigen Flüssigkeiten aufsteiget,

vortreflich. Viele meynen zwar, diese Dämpfe wären nichts anders als gemeine Luft; allein sie mögen sehen wie sie solches erweisen. Was kann man sich ferner geschickteres gedenken, die so dichten metallischen Körper aufzulösen, und den gröbern Theilen den Weg zu bahnen, als diesen höchst subtilen Duft. Wenn man diesen feinen Dunst, welchen die Dämpfe beweisen, und der zu allem am geschicktesten ist, annimmt, und diesen Theilchen bey den Auflösungen das meiste zuschreibt, wer kann alsdenn läugnen, daß die Auflösung langsamer von statten gehen müsse, wenn sich dieselbigen Theilchen zertheilen und verfliegen können: Und daß sie im Gegentheil geschwinder und stärker seyn müsse, wenn diese gedachten Theilchen sich zu entfernen verhindert werden. Man kann sich von diesem Satz durch folgende Erfahrung sehr deutlich überzeugen. Wenn man in zwey Gläser gleiche Theile Scheidewasser, und gleiche Theile Kupfer thut, und das eine davon mit einem Papier bedecket, in das andere aber, gemeines Baumöhl auf das Scheidewasser schüttet, weil man dieses am geschicktesten zu seyn glaubt, um die Flüssigkeit zu erhalten; da es entweder die äussere Luft abhält, oder durch seine Zähigkeit, die etwas flüchtigen Düfte der unter ihr befindlichen Flüssigkeiten, sich zu zertheilen verhindert; so wird in diesem letztern Glas das Kupfer geschwinder und vollkommener aufge-

aufgelöset, welches auch die Farbe des Scheidwassers, welche die Auflösung am sichersten bezeuget, ausweisen wird. Hieraus erhellet klar, was ich oben gesagt habe; denn die feinsten Theilchen des Scheidwassers, haben sich wegen des darauf gegossenen Oels nicht zertheilen, und also auch nicht verfliegen können. Dieses konnten sie aber in dem andern Gefäße, wo sie nichts aufhielt. Eben diese Ursache läßt sich auch bey dem vorhergehenden Versuche anwenden, wo das Kupfer in dem leeren Raume, langsamer, in der freyen Luft aber geschwinder aufgelöset worden, weil die feinsten Geister des Scheidwassers, welche die Auflösung befördern, ungehindert in dem leeren Raume hinaufgestiegen sind. In der Luft aber durch dieselbe zurückgehalten worden.

§. 84.

Die Luft enthält öfters aufgelösetes Wasser in sich, wie wir im folgenden Kapitel sehen werden. Es giebt aber vielerley Körper, welche das in der Luft aufgelöste Wasser durch eine wahre Niederschlagung a) wieder daraus absondern. Auf diese Weise zerfließen die in der Asche der Pflanzen anzutreffenden Salze, an der feuchten Luft, indem sie die Feuchtigkeit derselben in sich nehmen, und dadurch aufgelöst werden. Wenn aber die Luft ausser dem Wasser, auch noch besondere Salz-

theilchen aufgelöst in sich enthält, und diese sich an Metalle anlegen, so entstehet hieraus der Rost, oder die Metalle rosten; woraus erhellet, wie das Rosten der Metalle dadurch verhütet werden kann, daß man sie mit Dingen, zum Exempel mit Fett, Oel, Harz u. d. gl. überzieht, welche das Wasser nicht stark anziehen.

a) Ein jeder aufgelöster Körper kann wieder aus der Auflösung herausgebracht werden, wenn man dieser etwas zusetzt, daß von dem Auflösungsmittel oder auch nur von einigen Theilen derselben, stärker angezogen wird, als der vorher aufgelöste Körper. Dieses muß sich alsdann entweder allein, oder mit einigen Theilen des Auflösungsmittels verbinden, die aufgelösten Dinge, aus dem Auflösungsmittel scheiden oder niederschlagen. Andere Niederschlagungen geschehen auch so, daß der Zusatz, wodurch sie bewirkt werden, stärker von dem aufgelösten Körper angezogen wird, als das, worin der Körper aufgelöst war. Dieses geschieht auch, wenn man die Menge des Auflösungsmittels, bey einer Auflösung vermindern kann, so daß doch von dem aufgelösten Körper nichts mitgenommen wird; es ist alsdann klar, daß dieser nicht mehr gänzlich in jenem aufgelöst bleiben kann. So scheidet sich das Salz z. B. wieder aus dem Wasser, worinnen es aufgelöst war, heraus, wenn man es

über

über dem Feuer nach und nach abdunsten läßt. In den Vorlesungen, werde ich verschiedene Versuche über diese Sätze vorzeigen; und solche aus der Erfahrung erklären.

§. 85.

Die Fäulniß ist eine Auflösung der Körper, bey der sich die Luft als Auflösungsmittel wirksam bezeiget. Sie betrift die Körper der Thiere und Pflanzen, und erfordert Wasser und einen gewissen Grad Wärme, öfters entsteht auch selbst dabey eine beträchtliche Wärme und Licht. Denn niemals fault ein Körper, welcher ganz trocken ist. Man kann daher die Fäulniß eines Körpers abwehren, wenn man ihn völlig vor der Luft bewahret, ganz austrocknet und an einem kalten Orte aufbehält. Salze und Rauch werden gemeiniglich von uns gebraucht, um das Fleisch zur Speise gegen die Fäulniß zu schützen. Auch noch andere Körper besitzen das Vermögen, die Fäulniß in den verschiedenen Körpern zu verhindern. Ferner werden mancherley Körper aus dem Mineralreich, durch eine sogenannte Verwitterung zerstört, oder sie zerfallen an der freyen Luft, ohne eine weitere in die Augen fallende Ursache. Weil sich aber diese Begebenheit auch in der trockensten Luft ereignet, so muß die Luft selbst als Luft betrachtet, die Ursache davon seyn.

§. 86.

Da ich gezeigt habe, daß die Metalle in der freyen Luft eher als im leeren Raume aufgelöset werden, und die Ursache hiervon erklärt, so muß ich noch bemerken, daß mit einigen andern Dingen, nemlich mit den Salzen u. d. gl. just das Gegentheil geschehe. Denn das Salz wird im warmen Wasser eher, im kalten Wasser aber später, im leeren Raume eher, als in freyer Luft aufgelöset. Imgleichen löst der Weingeist den Kampfer im luftleeren Raume viel geschwinder auf, als in der freyen Luft. Die Ursache von diesen Erscheinungen aber ist die nemliche, die ich oben bey der Auflösung der Metalle angeführt habe, nur entsteht die entgegengesetzte Wirkung daher, weil sowohl in dem Salz, als auch in dem Kampfer sehr viele Luft enthalten ist, und daher sich solche in dem leeren Raume leichter entwickeln kann; denn sobald der Weingeist in den Kampfer dringet, so bekommt die eingeschlossene Luft Gelegenheit, sich auszudehnen, und dieses geschiehet um so geschwinder, weil sie keinen Widerstand von der äussern Luft mehr hat; und durch dieses schnelle Ausdehnen, werden die Kampfertheilchen von einander getrennet, und dem Weingeist wird ein leichterer Eintritt verstattet, folglich muß daher auch die Auflösung geschwinder erfolgen. Daß aber das Salz sich im kalten Wasser langsamer als im leeren Raume auflöset, davon ist die

Ursa-

Ursache, weil die Kälte des Wassers die Luft in einem engern Raume zusammen hält, so daß sie sich von dem Salz nicht losreissen kann. Da nun in dem leeren Raume die Kälte länger beysammenbleibet, so muß auch diese Auflösung langsamer von Statten gehen. Bey dem warmen Wasser muß aber auch aus eben dieser Ursache, die Auflösung geschwinder erfolgen, weil selbst die Wärme, die Luft verdünnet, (wie wir oben schon gesehen haben) folglich auch dieselbige desto geschwinder aus dem Salze heraustreibet, und dem Wasser ein leichteres Eindringen zuwege bringet. Diese Sätze lassen sich in den Vorlesungen durch Versuche erklären.

§. 87.

Aus allem bisher angeführten haben wir zur Genüge gesehen, welch ein unentbehrliches Element die Luft ist, und ich kann die Lehre von derselben nicht besser beschließen, als wenn ich die Worte eines Plinius anführe. „Es ist Zeit (sagt er im 23. Buch in 38. Kapitel seiner Naturgeschichte) von den übrigen Wundern des Himmels zu handeln, denn so haben unsere Väter jenen unermeßlichen Raum genennet, in welchem dieses zum Leben nöthige Flüßige befindlich ist, das wir die Luft nennen, und welches, da es so dünn ist, von unsern Sinnen nicht erkannt werden kann. Dasselbe ist unter dem Kreis des Mondes; und noch weiter

herab

herab mit einer Menge Dämpfe und Ausdünstungen von der Erde geschwängert, die unter einander vermischt und vermenget sind. In derselben entstehen die Wolken, die Blitze und der Donner; hier ist das Feld der Stürme und der Wirbelwinde, von daher kommt der Regen, der Hagel, der Schnee und der Reif. Von daher kommen alle die erstaunenswürdigen und oft unglücklichen Phänomene, welche aus dem Streit, den die Natur mit sich selbst hat, entstehen. Der Druck der Gestirne treibet die Ausdünstungen zurück, die von der Erde in die Höhe steigen, und ihre Kraft ziehet sie an sich, ohne welche sie in der Unthätigkeit bleiben. Der Regen fällt, die Nebel steigen auf, die Flüsse dünsten aus, der Hagel fällt durch seine Schwere herab. Die Sonnenstralen fallen von allen Seiten her auf die Erde und erwärmen sie; sie brechen sich, und machen alle Theile davon los, die sie nehmen können. Die Dünste steigen hinauf und fallen wieder herab. Die Winde kommen leer, und kehren mit Beute beladen zurück. Die Thiere ziehen dieses zum Leben erforderliche Flüssige in sich, das sie belebet; und die Erde schicket es in seinen Ursprung zurück, durch welches Mittel sie das Leere auszufüllen scheinet.

Da nun die Natur überall wirket, so entstehet daher eine scheinbare Uneinigkeit, aus welcher die schönste Ordnung der Welt entspringet. Durch

diese

diese allgemeine Bewegung werden alle Dinge, an die gehörige Stelle gesetzt. Die einen werden durch die Zerstörung der andern erhalten. Alles bewegt sich, alles wirket; es ist ein unaufhörlicher Streit. Wenn derselbe einen Augenblick nachließe, so würde alles in das erste Chaos zurückkehren.„ und so ferner ꝛc. — Von den neuentdeckten oder künstlichen Luftarten, werde ich, weil sie zum chymischen Theil der Naturlehre zu rechnen sind, am Schlusse dieses Lehrbuches handeln.

Kapitel VI.

Von den Dünsten.

§. 88.

Aus unserer Erdkugel steigen beständig eine Menge verschiedener Dinge auf, sie steigen in die Höhe, und vermischen sich mit der Luft. Es sind aber diese Dinge nichts anders, als die subtilsten Theilchen, fast von allen festen und flüssigen Körpern, die entweder die Natur oder die Kunst hervorbringet. Alles was aus unserm Erdboden in die Höhe steiget, nennet man eine Ausdünstung, oder eine Ausdampfung. Die Ausdünstungen bestehen aus allerley wässerigten und feuchten Theilchen, die Ausdämpfungen aber aus den subtilsten

Theilchen der Körper, die weder feucht noch wässerigt sind, die Körper aus welchen sie kommen, mögen übrigens fest oder flüssig seyn. Man mag das Wasser oder andere flüssige Materien entweder kochen, oder nur lange genug an der freyen Luft stehen lassen: so werden sie sich nach und nach verlieren, oder weniger werden. Man würde sich sehr übereilen, wenn man glauben wollte, sie wären in nichts verwandelt worden. Nein dieses ist nicht möglich, und es kann nicht das geringste Stäubgen der Materie in der Welt verlohren gehen. Es reissen sich vielmehr sehr kleine Theilchen von der flüssigen Materie los, und gehen in die Luft, und diese kleinen Theilchen einer flüssigen Materie, die schwerer als die Luft ist, und welche sich in der Luft befinden, werden Dünste genennet. Es haben daher die Alten unrecht gehabt, da sie glaubten, daß sich das Wasser in Luft verwandle, wenn es ausdünstet, welches uns folgender Versuch beweiset und sie widerleget. Man darf nur einen kalten Körper über ein siedendes Wasser halten: so werden sich die von dem Wasser aufsteigenden Dünste daran hängen, ihn befeuchten, und wieder in Tropfen zusammenfließen. Hieraus siehet man nun klar, daß nichts anders als nur sehr kleine Wassertheilchen als Dünste in die Luft steigen.

§. 89.

§. 89.

Das in der Luft aufgelöste Wasser bringet aber auch in mancherley Körpern, die man dieser Luft aussetzet, allerley Veränderungen hervor. Es dehnt z. B. Papier, Pergament, Holz, Elfenbein, vorzüglich aber regelmäßig das in der Sodasalzauflösung gekochte menschliche Haar, und dergleichen aus, und drehet Stricke oder Saiten, als auch die Grannen der Haberkörner auf. Hierauf gründet sich die Einrichtung der Hygrometer, Hygroskopien oder Notiometer, oder besonderer Werkzeuge, aus deren Zustande man beurtheilen kann, ob mehr oder weniger Feuchtigkeit in der Luft gegenwärtig ist. Dabey ist aber zu bemerken, daß eben dieselbe Luft bey ungleicher Temperatur ungleich stark auf das Hygrometer wirket.

In den Vorlesungen werde ich verschiedene Arten von Hygrometern vorzeigen, und ihre Wirkungen durch Versuche erklären.

§. 90.

Man betrügt sich aber, wenn man sich einbildet, es sey nur eine einzige Ursache hinreichend, das Aufsteigen der Dünste begreiflich zu machen. Dieses ist nichts, sondern man muß auf mehreres hiebey acht haben, und es wird der Mühe werth seyn, eines nach dem andern zu betrachten. Der

erste Anfang von dem Aufsteigen der Dünste, ist allem Ansehen nach der Wirkung der Feuertheilchen zuzuschreiben; denn wenn das Wasser oder eine andere flüßige Materie wärmer ist, als die Luft, so bewegt sich das Feuer aus dem Wasser in die kalte Luft herüber. Da nun die Feuertheilchen mit den Wassertheilchen zusammenhängen, und die ersten eine sehr große Gewalt haben, warum solten sie nicht Dünste von einer flüßigen Materie losreissen, und in die Luft führen können? Wollte man zweifeln, ob sie dieses zu thun vermögend wären, so will ich nur zum Beweis anführen, was man täglich mit Augen sehen kann: Wenn wir in eine Schmiede kommen, so sehen wir, daß, wenn man ein recht glühend gemachtes Eisen plötzlich an die kalte Luft bringet, so werden viele Funken von dem glühenden Eisen allenthalben hin zerstreuet werden. Man wird wohl nicht zweifeln, daß die Funken kleine Stückchen Eisen sind. Warum reissen sie sich los und fliegen davon? Vielleicht dehnet sich die Luft in dem Eisen so stark aus und stößt diese Theilchen fort? Allein, wenn dieses wäre, so müßten ja auch Funken herausspringen, wenn es noch in der Flamme läge. Oder vielleicht reißt die Luft, durch ihre Bewegung diese Funken von dem Eisen los? Wenn aber dieses wäre, so müßten sie sich nur in die Höhe, nicht aber nach allen Gegenden bewegen. Denn wenn die Luft von dem

heissen

heissen Eisen ausgedehnet wird, so wird sie von leichterer Art, und steiget also in die Höhe, würden also aber nicht die Funken dieser Bewegung folgen müssen? Alle diese erwähnten Ursachen können demnach nicht Statt haben, und es bleibet nur diese einzige übrig. Sobald das glühende Eisen in die kalte Luft kömmt, so gehet das Feuer geschwinde in die kalte Luft herüber, und da es mit den Eisentheilchen zusammenhänget, so reißt es diese kleinen Theilchen mit los, und führet sie fort. Aus eben der Ursache verfliegt in den Schmelzhütten eine große Menge Metall mit dem Rauche. Kann nun das Feuer, Metalltheilchen mit sich fortführen, warum sollte es dergleichen nicht mit den Wassertheilchen, die doch viel leichter sind, verrichten können? Ja es gehet dieses desto leichter an, da das Zusammenhängen der Wassertheilchen, selbst durch das hineingedrungene Feuer vermindert wird.

§. 91.

Es ist aber bey dem allen noch nicht ausgemacht, ob dieses die einzige Ursache von dem Aufsteigen der Dünste ist, oder ob deren noch mehrere das ihrige beytragen, und es ist uns genug, wenn wir wissen, daß sich die Dünste von der Erde in die Luft erheben, und in derselben hängen bleiben, so lange, bis sie sich wieder vermengen,

und dann entweder in Regen, Schnee, Hagel oder Blitz wieder zerstreuen. Denn es folget hieraus: 1) Daß die Dünste ihrer Natur und Eigenschaften nach sehr verschieden seyn müssen, weil sie losgerissene Theilchen höchst verschiedener Körper sind. 2) Daß es daher wässerichte, ölichte, geistige, balsamische, schweflichte und viele andere Arten geben müsse. 3) Daß von der Schädlich- oder Unschädlichkeit der Dünste überhaupt sich nichts bestimmen lasse, und endlich 4) daß, ob sie zwar alle in der Luft schweben, sie dennoch nach ihrer verschiedenen Feinheit eine verschiedene Höhe in der Atmosphäre einnehmen, und daß folglich verschiedene Lagen und Schichten in der Dunstkugel seyn müssen, deren einige höher, andere niedriger schweben.

§. 92.

Von dem Aufsteigen der Dünste, kann man sich durch folgende Erfahrung einen sehr deutlichen Begriff machen: Wenn man ein Gefäß mit siedendem Wasser füllet, und es gegen ein Fenster setzet, damit das Licht wohl darauf falle, so wird man, wenn man die Oberfläche des Wassers unter einem schiefen Winkel betrachtet, wahrnehmen können, daß zweyerley Arten von Wassertheilchen in die Höhe steigen. Die erste Art wird man als kleine weisse Bläschen erst eine Zeitlang auf der Oberfläche des Wassers herumfahren sehen, welche nach

nach einigen Secunden sich von derselben losreissen, und mit gleichförmig vermehrter Geschwindigdigkeit in die Höhe steigen. Unter diesen beschriebenen Dünsten wird man die andere Art in Gestalt kleiner durchsichtiger Knöpfgen, welche nicht hohl sind, sehr schnell, jedoch mit gleichförmig verminderter Geschwindigkeit, bey einem Fuß hoch in die Höhe springen sehen, und bemerken, daß sie im Hinaufsteigen, und Herabfallen, eine Parabel beschreiben. Da nun diese letzte Art der in diesem Versuche in die Höhe steigenden Wassertheilchen gleich wieder herunter fallen, und nicht in der Luft zertheilet werden, so ist es klar, daß man ihnen nicht den Namen der Dünste beylegen könne. Ingleichen ist es eine ausgemachte Wahrheit, daß die Bewegung eines Körpers in einer parabolischen Linie anzeiget, (wie ich bey der Bewegung fester Körper zeigen werde), daß derselbe mit Gewalt fortgestoßen sey, daher müssen auch diese Wassertheilchen mit Gewalt aus dem Wasser fortgestoßen werden. Aus diesem siehet man also sehr deutlich, daß die Dünste, als kleine Bläschen in die Luft emporsteigen, zu welchen die Wärme das meiste beyträgt, so wie wir es in der täglichen Erfahrung bey dem Einkochen sehen; wo man in der That siehet, daß ein starker Dampf aus dem Topfe aufsteiget, und das Wasser also nicht einkochet, sondern vielmehr auskochet.

§. 93.

Man kann sich aber, um zu erfahren, was es mit den Dünsten für eine Beschaffenheit habe, am vesten überzeugen, wenn man folgende Versuche anstellet. Man thue nämlich ein wenig Weingeist in ein Gefäßchen, und zünde selbigen an; darüber einen gläsernen Cylinder, der oben luftdicht verschlossen ist, damit die Materie der Flamme sich in die Luft darunter zertheile. Wenn man glaubt, daß genug von der Materie des Weingeistes unter dem Cylinder ist, so decke man ihn darüber, und die Flamme wird alsdann gleich auslöschen. Man siehet aber nicht das geringste in der Luft unter dem Cylinder. Sobald man aber nur durch einen Zug der Luftpumpe, die Luft unter dem Cylinder verdünnet, so entstehet durch den ganzen Cylinder ein Nebel, welcher sich bald in einen Wirbel herumbeweget, und zu fallen anfängt. Indem er sich herum zu bewegen anfängt, wird die Luft hin und wieder, darzwischen hell und der Nebel erfüllet nur hin und wieder einen Strich davon. Wenn man bemerket, daß der Nebel fallen will, und man alsdenn wieder Luft unter den Cylinder läßt, so werden sich diese Dünste wieder zertheilen, und die Luft wird so hell, als sie im Anfange war. Man kann dieses öfters drey und mehrmals hintereinander wiederhohlen, und die Luft verdünnen, und wieder in

den

den vorigen Stand setzen, und man wird finden, daß der Nebel allezeit wieder kommt, sobald die Luft dünner geworden, und hingegen verschwindet, wenn sie schwerer wird. Denn wenn die Luft dünner wird, so wird sie von leichterer Art als sie vorher gewesen ist. Da nun die Dünste von dem Weingeiste in der Luft von schwerer Art hängen bleiben, in der leichtern Art aber fallen, so müssen sie Anfangs mit der Luft einerley Schwere haben, oder doch beynahe von eben der Schwere seyn, da sie den Widerstand der Luft nicht überwinden können, und sobald derowegen die Luft durch das Verdünnen leichter wird, so müssen sie von schwererer Art werden, und folglich zu fallen anfangen. Man kann diesen Versuch noch mit einem Wachslicht unter einer Glocke wiederhohlen, und man wird dieses an dem Rauch noch deutlicher bemerken können, wie ich in den Vorlesungen zeigen werde.

§. 94.

Wenn man demnach die Umstände dieser beyden vorhergehenden Versuche wohl überlegt, so kann man daraus die ganze Beschaffenheit der Dünste und ihrer Veränderungen in der Luft erkennen; und wir sehen 1) daß, wenn auch Materien gleich verbrennen, oder auf andere Art sich verzehren, daß man nichts davon übrig siehet, dasjenige was verschwindet, und davon man keine

Spur erblicken kann, dennoch nicht zu nichts werde, sondern sich blos durch die Luft zertheile. Da nun täglich eine große Menge von dergleichen Materie von Körpern, die ausdünsten, verbrennen, verfaulen, oder sich auf andere Weise verzehren, in die Luft gehet, so erkennet man daraus, wie die Luft beständig von allerley sehr subtiler aufgelöster Materie erfüllet seyn muß. Wir erkennen ferner zum 2) daß die Ausdünstungen und alles was in die Luft gehet, sich dadurch in derselben erhalten kann, weil es mit ihr einerley Art der Schwere hat. Wir lernen 3) daß eben diese Ausdünstungen aus der Luft herunterfallen, wenn die Luft dünner und von leichterer Art wird. Wir sehen 4) daß die Ausdünstungen in der Luft sich so zertheilen können, daß man sie nicht siehet, ohngeachtet sie in einer reichen Anzahl sich darinnen befinden. Wir merken 5) daß die Luft keinesweges von Dünsten rein ist, wenn sie gleich hell ist, sondern, daß es auf die Lage der Dünste in der Luft und nicht auf ihre Menge ankommt, wo sie trübe wird. Wir sehen 6) daß die Dünste sich in einen Nebel zusammen ziehen, wenn die Luft leichter wird, hingegen sich zertheilen, daß man nicht weiß wo sie hingekommen sind, wenn sie wieder schwerer wird. Ja es zeiget der erste Versuch, daß sich die Ausdünstungen lange in der Luft aufhalten können, wenn die Luft nicht lange leichter bleibet,

bet, sondern sich bald wieder ändert und schwerer wird. Die Erfahrung stimmet auch in der Natur mit diesem allen vortreflich ein. Ich habe öfters wahrgenommen, daß wenn der Mercurius im Barometer gestiegen, und also die Luft schwerer geworden, die Wolken auseinander gefahren, und die kleinen Theile sich wie eine Wolke verzogen, anfangs überall dünner geworden, daß man den klaren Himmel durchsehen können, und endlich mitten am Himmel ganz verschwunden sind, daß man nicht wahrnehmen konnte, wo sie hingekommen waren.

§. 95.

Vielleicht möchte es jemanden seltsam vorkommen, daß ich gesagt habe, daß die Luft mit den Dünsten einerley Schwere habe, ja auch gar von leichterer Art werden solle als sie sind, denn wir wissen, daß das Wasser wenigstens 800mal so schwer ist, als die untere Luft; die untere Luft aber von schwererer Art ist, als die obere wo die Wolken sind. Derowegen dürfte man meynen, die Dünste, daraus die Wolken bestehen, müßten mehr als 800mal so schwer seyn, als die Luft, darinnen sie gleichwohl hängen bleiben, wir wissen auch, daß das Wasser, die Art der Schwere im kleinen behält, und daher könnte man in dieser Meynung gestärkt werden. Allein es ist für allen Dingen zu merken, daß die Dünste, welche aus

dem Wasser aufsteigen, nichts anders als kleine Bläschen sind, wie uns die Erfahrung zeiget, daß aus einem kleinen Tropfen Wasser eine sehr große Blase entstehen kann. Wir haben vielleicht schon oft von der Jugend die sogenannten Seifenblasen machen gesehen, ohne zu wissen, daß solche einen Beweis von dem Aufsteigen der Dünste dem Naturforscher abzugeben im Stande sind. Wenn man nämlich durch einen Strohhalm einen Tropfen Seifenwasser nimmt, und mit dem Munde eine warme Luft hineinbläßt, so wird eine Blase entstehen, die im Durchmesser mehr als zwanzigmal größer ist, als das Tröpfchen, daraus man sie geblasen hat. — Wir wollen setzen, daß ein Bläschen, dergleichen die Dünste sind, im Durchmesser 10mal so groß ist als das Tröpfchen Wasser, daraus es entstanden: alsdenn, da sich die Kugeln zu einander verhalten, wie die Kubi ihrer Durchmesser gegen einander, so nimmt ein solches Bläschen 1000mal mehr Raum ein, als vorhin, und daher verhält sich die Art der Schwere des Dunstbläschens, zu der Schwere des Wassers wie 1 zu 1000. Da nun die Schwere der Luft = $\frac{1}{800}$ von der Schwere des Wassers ist, das Dunstbläschen aber = $\frac{1}{1000}$ ist; so sind allerdings die Dunstbläschen leichter als die Luft, und zwar gar viel leichter, als die untere, folglich können sie auch leichter seyn als die obere Luft.

In

In den Vorlesungen werde ich diesen Versuch mit den Seifenblasen und der sogenannten brennbaren Luft vorzeigen, welche wegen ihrer großen Leichtigkeit selbst in die Höhe steigen werden.

§. 96.

Daß aber auch ein an sich selbst schwerer Körper auf einem leichtern schwimme, wenn er in ausserordentlich feine Theilchen zertheilt worden; kann man durch folgende Erfahrung erweisen. Wenn man Quecksilber durch ein dichtes Leder presset, und solches in ein Gefäß, welches mit reinem Wasser angefüllet ist, fallen läßt; so wird man wahrnehmen, daß viele kleine Quecksilberkügelchen wegen ihrer gar geringen Schwere den Widerstand des Wassers nicht überwinden können, auf der Oberfläche des Wassers liegen bleiben. Ferner kommt noch dem Aufsteigen der Dünste, die beständige Bewegung der Luft zu statten; denn wenn sich die Luft beweget, so kann sie auch schwerere Dünste, eben so gut als Staub und Sand fortführen, und in die Höhe heben, welches uns die tägliche Erfahrung von dem Winde bezeuget. Und man kann dieses als eine der vornehmsten Ursachen mit ansehen, warum die Dünste so hoch in die Luft oder in die Höhe steigen, weil sich die Luft beständig beweget. Es ist dabey gar nicht nöthig,

daß ihre Bewegung jederzeit von der Erde in die Höhe geschehe, um die Dünste hinauf zu treiben. Nein keinesweges, auch eine horizontale Bewegung ist geschickt, solches zu thun. Und man kann sich hiervon durch folgende Erfahrung sehr leicht überzeugen. Wenn man ein großes Glas mit Wasser anfüllet und Sand darein wirft, daß er darinnen zu Boden fällt, und rühret hernach das Wasser um, so wird seine Bewegung mit dem Horizonte parallel geschehen, dem aber ohngeachtet wird der Sand in dem Wasser gerade in die Höhe steigen, und nicht eher wieder zu Boden fallen, bis die Bewegung des Wassers aufgehöret hat. Wenn daher eine solche Bewegung in der untern Luft fortdauret, so werden sich in derselben die Dünste erheben, und da hierdurch auch die obere Luft in eine gleichmäßige Bewegung gesetzet wird, so müssen auch dieselbigen bis dahin aufsteigen können, wo sie sodann so lange hängen bleiben, bis sie sich miteinander vereinigen, und hernach herabfallen können. Aus diesem bisher angeführten wird es einem jeden sehr begreiflich seyn, auf welche Art, sowohl die Dünste entstehen, als auch wie sie in der Luft in die Höhe steigen und hängen bleiben können. Ich habe mich hier nur allein blos auf die Dünste eingeschränket; wenn ich von den Dämpfen rede, werde ich in der Lehre vom Feuer das nöthige anführen und erklären.

Kapitel VII.

Von der Hydrostatik.

§. 97.

Die Hydrostatik ist eine Wissenschaft, welche von dem Drucke und dem Gleichgewichte der flüssigen Körper handelt. Die flüssigen Körper sind von zweyerley Art. Einige sind gleichartig, oder von einerley Dichtigkeit, andere aber sind fremdartig, oder von verschiedener Dichtigkeit. — Der Druck den ein fremdartiger flüssiger Körper ausübet, ist eben denselben Gesetzen unterworfen als der Druck der gleichartigen. Allein er hat überdies noch einige besondere Gesetze, die sich auf die Fremdartigkeit ihrer Theile beziehen. In Ansehung des Gleichgewichtes aber hat jede Art flüssiger Körper, ihre eigenen Gesetze. Um in demjenigen was wir über diese Materie zu sagen haben einige Ordnung zu beobachten, wollen wir erstens handeln: Von den allgemeinen Gesetzen des Drukkes flüssiger Körper. 2) Von den Gesetzen des Gleichgewichtes gleichartiger flüssiger Körper. 3) Von den Gesetzen des Druckes und des Gleichgewichtes fremdartiger flüssiger Körper. Und 4) von dem Drucke und dem Gleichgewichte fester Körper, welche sich in flüssigen befinden.

§. 98.

§. 98.

Wir wollen also erstlich die allgemeinen Gesetze des Drucks der flüssigen Körper überhaupt betrachten. Ich habe gleich im Anfange gesaget, daß zu den allgemeinen wesentlichen Eigenschaften eines Körpers die Schwere gehöret; und daher wird auch niemand zweifeln, daß die flüssigen Körper eben diesen Gesetzen unterworfen sind; oder diese Eigenschaft besitzen müssen, so wie ich es auch schon von der Luft gezeiget habe. Indessen glaubten doch die Alten das Gegentheil und bildeten sich ein, daß die flüssigen Körper, wenn sie in einer Masse eben dieser flüssigen Körper eingeschlossen sind, alsdenn aufhörten schwer zu seyn. Daher rührt auch der berüchtigte Satz der Alten: die flüssigen Körper haben in ihrem eignen Elemente keine Schwere. Was zu dieser Meynung Gelegenheit gegeben hat ist dieses, daß sie bemerket haben, wie ein in einen flüssigen Körper getauchter fester Körper, der Kraft, welche ihn heraus zu ziehen bemühet ist, seine Schwere nicht empfinden lässet. Die Hand, zum Beyspiele, darf keine merkliche Kraft anwenden, einen Eimer aus dem Wasser heraus zu ziehen, so lange er sich in diesem Elemente befindet; sie empfindet dessen Schwere nicht eher, als bis er über die Oberfläche des Wassers kommt; wie ich an einem andern Orte schon erwähnet habe. Die Ursache, welche von dem Gleichgewichte des

Eimers

Eimers mit den ihn umgebenden Wassersäulen herrühret, werden wir noch deutlicher einsehen können, wenn ich von den festen Körpern, die sich in flüssigen befinden, in der Folge reden werde. Hier will ich nur die Unrichtigkeit dieses Satzes: daß die flüssigen Körper in ihrem Elemente keine Schwere haben, zeigen, und durch die Erfahrung beweisen, daß die flüssigen Körper in ihrem eignen Elemente allerdings eine Schwere haben. Z. E. Man hänge an den einen Arm einer Wage, eine mit Bley beschwerte, aber luftleere Flasche. Man tauche die Flasche in eine Masse Wasser, und setze sie mit nöthigen Gewichten die man in die andere Schale der Wage thut, in das Gleichgewicht. Oefnet man hierauf dieselbe, daß das Wasser hineindringet, so wird solches die Flasche schwerer machen, so daß man ein neues Gewicht in die Wagschale legen muß, welches der Schwere des eingedrungenen Wassers in der Flasche gleich ist. Dieses neue Gewicht nun, welches zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes nöthig ist, dienet blos der Schwere des in die Flasche gedrungenen Wassers, das Gegengewicht zu halten. Dieses Wasser übet also seine Schwere aus, selbst wenn es in einer Masse eben dieses flüssigen Körpers eingeschlossen ist.

§. 99.

§. 99.

Die flüssigen Körper sind also eben denselben Gesetzen unterworfen, als die festen. Allein bey ihrem flüssigen Zustande haben sie verschiedene besondere Eigenschaften, die man bemerken muß. Alle Theile der festen Körper sind mit einander genau verbunden, und sie machen nur ein und eben dasselbe Ganze aus. Ihre Kraft vereiniget sich, so zu sagen in einem einzigen Punkte, welchen man den Mittelpunkt nennet. Wenn daher ein fester Körper unterstützet werden soll, so darf man nur seinen Schwerpunkt unterstützen. Aber bey den flüssigen Körpern verhält es sich anders. Alle ihre Theile sind von einander unabhängig, sie sind ausserordentlich beweglich, und geben der geringsten Bemühung sie zu trennen, nach. Weil nun die Theile der flüssigen Körper äusserst beweglich sind, und kein Band haben, welches sie genau mit einander verbindet, so folget daraus augenscheinlich, daß sie keinen gemeinschaftlichen Schwerpunkt haben, durch welchen sie wirken können, sondern daß sie ihre Wirkung von einander unabhängig ausüben. — Dieser Schluß, welcher unmittelbar aus der Beschaffenheit der flüssigen Körper folget, lässet sich durch folgenden Versuch sehr wohl beweisen. A. B. (fig. 8.) ist ein großer Cylinder von Glas, welcher an seinem Boden eine Oefnung von einem Zolle im Durchmesser hat, an welchen ein messin-

genes

genes Rohr C gelöthet ist, welches inwendig sehr genau ausgedrehet seyn muß. In dem obern Theil dieses Rohres und inwendig in dem Cylinder, befindet sich eine gläserne Röhre DE, welche durch Hülfe eines weichen Wachses genau in das Rohr passet. Hierauf verschließet man die Oefnung des Rohres C mit einer Art eines Stempels F, dessen Durchmesser dem innern Durchmesser der Röhre DE, gleich ist. Man gießet hierauf Wasser in die Röhre, indem man solches langsam an ihren Wänden hinablaufen läßt, und dieses so lange, bis es die Reibung des Stempels überwindet und ihn hinaustreibet, und bemerket, wie hoch das Wasser in der Röhre stand, als es den Stempel wegtrieb. Gesetzt, diese Höhe seye = GG Man bemerket sie an dem Umkreise des großen Cylinders, nimmt die Röhre DE weg, und setzet den Stempel wieder an seinen Ort. Man wird hierauf den großen Cylinder wieder bis zu eben der Höhe mit Wasser anfüllen müssen, wenn er eben dieselbe Wirkung hervorbringen soll.

Wenn nun die Theile der flüssigen Körper gemeinschaftlich und auf eben die Art wirkten, als die Theile der festen Körper, so müste eine weit geringere Menge Wassers, als man in diesem zweyten Falle braucht, den Stempel hinaustreiben. Denn wenn die Kraft aller Theile des flüssigen Körpers sich gegen diesen Stempel vereinigte, so

würde

würde es hinlänglich seyn, wenn man in den grossen Cylinder eben so viel Wasser füllete, als man in dem ersten Falle in die Röhre DE gefüllet hatte. Da man nun aber den großen Cylinder bis zu der Höhe GG füllen muß, so ist solches ein unstreitiger Beweis, daß allein die einzige Wassersäule, welche auf dem Stempel lieget, und eben denselben Durchmesser hat, als die in der Röhre DE eingeschlossen war, gegen diesen Stempel wirket. Dagegen die übrigen Wassersäulen ihre Wirkung gegen die übrigen Theile des Bodens des Cylinders auslassen. Folglich üben die Theile eines und eben desselbigen flüssigen Körpers ihren Druck aus, ohne von einander abhängig zu seyn.

§. 100.

Doch ist dieses nicht der einzige Unterschied, den man zwischen dem Drucke der flüssigen und festen Körper bemerket. Diese wirken blos nach der Richtung der Schwere, dahingegen die Wirkung der flüssigen Körper nach allen Seiten gehet. Indessen rühret diese Wirkung dennoch von der Schwere her, welche sie, so wie jeden andern Körper, antreibet, sich niederwärts zu bewegen. Folgender Versuch wird diese Wahrheit in ein völliges Licht setzen. Man nehme eine gekrümmte gläserne Röhre, welche an beyden Enden offen ist, und ungefehr eine Linie im Durchmesser hat. Man halte

mit

mit dem Finger die eine Oefnung der Röhre zu, und tauche den kleinern Arm in ein Gefäß mit Wasser. Das Wasser wird alsdenn nicht in diesen Arm dringen können, weil die Masse Luft, welche undurchdringlich ist, wie ich im Anfange schon gezeigt habe, bereits im Besitz des innern Raumes dieser Röhre ist. Man nehme aber den Finger weg, und öfne die Mündung der langen Röhre, so wird das Wasser nicht allein in die kurze Röhre dringen, sondern sogar in den langen Arm steigen, bis es der ganzen Masse des Wassers gleich stehet. Wenn man nun diese Wirkung genau betrachtet, so wird man von selbsten einen unleugbaren Beweiß von dem Drucke des Wassers nach allen Seiten gewahr werden, und sehen, daß dieser Druck von dem Bestreben des Wassers sich niederwärts zu bewegen, herrühret. Denn die Wassersäule welche über der Mündung der kurzen Röhre stehet, bemühet sich wegen ihrer eigenen Schwere niederwärts zu steigen, und treibet die in der Röhre enthaltene Luftsäule vor sich her. Der Platz, welchen diese Säule verläßt, indem sie in den kurzen Arm der Röhre tritt, wird sogleich von den zufließenden Seitensäulen eingenommen, welche alsdenn keine Stütze mehr haben, dem Drucke der Nebensäulen nachgeben, und diesen Raum ausfüllen. Diese neue Säule drücket also auf die vorhergehende, und da diese letzte sehr beweglich ist, und von Seiten

der Luftmasse, welche die Röhre ausfüllet, wenig Widerstand findet, so treibet sie diese Luftmasse vor sich her, und bemächtiget sich ihres Platzes. Sie drücket also nunmehro von der Seite, und füllet den untern Theil der Röhre aus. Der Fall der zwoten Säule macht eine neue Leere, welche von den Seitensäulen ausgefüllet wird. Die Wassersäule in dem untern Theil der Röhre, wird daher von dem niederwärts gerichteten Drucke der neuen Wassersäule nochmals gedrückt, und dadurch genöthiget in den langen Arm der Röhre aufwärts zu steigen, und die darinnen befindliche Luftsäule aufwärts zu treiben, bis die Schwere der in die Höhe gestiegenen Wassersäule, mit der Schwere der ganzen Säule, welche über den kurzen Arm der Röhre ist, und von der sie gedrücket wird, im Gleichgewichte stehet.

§. 101.

Man kann den Druck der flüssigen Körper nach verschiedenen Seiten, auch durch verschiedene besondere Versuche bestätigen. Da ich nun gezeiget, wie die flüssigen Körper von oben herabwärts drücken, so kann nachfolgender Versuch dienen, zu zeigen, daß sie auch von unten hinaufwärts eben so stark wirken. Man nehme einen gläsernen Cylinder, der an beyden Enden offen ist, und verschließe die untere Oefnung durch eine dicke messingene Platte, welche

welche mit einem angefeuchteten Leder bedeckt ist. Man halte diese Scheibe vermittelst eines Fadens, der an dem Mittelpunkt der Platte befestiget ist, und durch den gläsernen Cylinder hindurchgeht. Man bringe solchen in senkrechter Lage, in ein großes Gefäß mit Wasser, und lasse den Faden hernach los, so wird die messingene Platte an der untern Oefnung des Cylinders sitzen bleiben. Man wird diese Wirkung erreichen, wenn die Seitensäulen des Wassers nur neunmal länger sind, als die Messingplatte dicke ist, weil sich die Schwere des Messings zu der Schwere des Wassers verhält, wie 9:1. Denn wenn man nun den Cylinder mit der messingenen Platte, in das Wasser tauchet, so verkürzt man dadurch die unter dieser Platte befindliche Wassersäule. Die Seitensäulen, welche sich um die Wände des Cylinders befinden, werden länger, und bestreben sich daher, die unter der Messingplatte befindliche Säule zu heben, und ihr eben die Höhe zu geben, die sie selbst haben. Da diese Säule angetrieben wird, sich zu heben, so dränget sie die Platte aufwärts, überwindet ihren natürlichen Trieb zu fallen, und hält sie an die Mündung des Gefäßes fest angedrückt. Diese Wirkung welche den Druck der flüssigen Körper nach obenzu augenscheinlich beweiset, kann nicht statt finden, wenn nicht die Kraft, mit welcher die Wassersäule sich zu heben sucht, derjenigen

Kraft, mit welcher die Platte zu fallen bemühet ist, wenigstens gleich ist. Da nun die Kraft dieser Säule, sich zu heben von dem Uebermaße des Drucks der Nebensäulen herrühret, so muß dieses Uebermaß des Druckes dem Bestreben der Platte zu fallen, wenigstens gleich seyn.

§. 102.

Man kann sich aber von dem Bestreben, der durch die Eintauchung eines fremden Körpers, verlängerten Seitensäulen, ihre drückende Kraft auszuüben, einen sehr deutlichen Begrif machen, wenn man folgenden Versuch macht, welcher an sich sehr leicht anzustellen ist, ob ich solchen gleich, meines Wissens, noch bey keinem Naturlehrer gefunden habe. Ich selbst fand ihn bey einer Gelegenheit, blos, weil ich einmal untersuchen wollte, wie sich das Eindringen des Wassers, in einer Röhre verhalte, wenn die eine Oefnung wodurch die Luft ausweichen sollte, um ein merklichers kleiner wäre, als diejenige Oefnung, durch welche das Wasser eindringet. Ich muß es gestehen, daß ich über den Erfolg erstaunt bin; weil mir diese Wirkung ganz unerwartet war, und es einem jeden gewesen seyn würde, der an meiner Stelle gewesen wäre. Ich nahm zu diesem Versuch eine gläserne Röhre, einen pariser Fuß lang, welche ¾ Zoll oder 8 Linien im Durchmesser hatte, von welcher aber die obere

Oefnung

Oefnung bis auf ¼ Linie im Durchmesser zugeschmolzen war, so wie die fig. 9, A B vorstellt. Wenn man nun diese enge Oefnung mit einem Finger zuschließet, und hernach die Röhre in einer senkrechten Lage, in ein Gefäß mit Wasser tauchet, so tief, daß nur ohngefähr ein oder anderthalb Zoll, das mit dem Finger verschlossene obere Ende ausser dem Wasser bleibet, alsdann den Finger schnell hinwegthut, so wird die Luft nicht allein schnell, durch die enge Oefnung herausfahren, sondern es wird derselben ein Wasserstrahl wie aus einer Spritze nachfolgen, welcher öfters die Höhe von 2 bis 2½ Fuß erreichet. Die Ursache dieser Erscheinung mag vielleicht folgende seyn. Wenn man eine solche Röhre, welche mit dem Finger verschlossen ist, in das Wasser senket, so wird kein Wasser in die Röhre dringen, weil der innere Raum von der Luft eingenommen ist, welche wegen ihrer Undurchdringlichkeit, dem Wasser keinen Eingang gestattet, folglich werden die Seitensäulen des Wassers, welche die Wände der Röhre umgeben, erhöhet oder verlängert, weil die untere Säule des Wassers unter der Röhre durch dieselbe niedergedrückt wird; sie erlangen also hierdurch ein Bestreben, diese Mittlersäule, durch ihre drückende Kraft wieder in die Höhe zu heben, woran sie aber durch die eingeschlossene Luft verhindert werden. Sobald man aber den Finger hinweg nimmt, so drücken sie so

schnell diese zuvor gedrückte Wassersäule, in die Röhre, daß die Luft mit Heftigkeit herausfährt, und in dem Augenblick empfindet das eindringende Wasser diesen Druck so stark, daß ein Theil desselben durch diese Oefnung mit herausspritzet. Aus diesem Versuch kann man also sehr deutlich sehen, wie stark die drückende Kraft eines flüssigen Körpers von unten hinaufwärts seye.

§. 103.

Daß aber die flüssigen Körper nach allen Seiten ihre drückende Kraft ausüben, kann man aus folgendem Versuch ersehen. Wenn man ein grosses Gefäß mit Wasser füllet, und sodann eine kleine Blase, worein eine gläserne Röhre gebunden ist, mit gefärbtem Wasser anfüllet, und solche alsdenn in das große Gefäß mit Wasser tauchet, so fängt das gefärbte Wasser in der Röhre an, empor zu steigen, und kommt immer höher, je tiefer man die Blase untertauchet. Das gefärbte Wasser, welches unter dem Eintauchen der Blase in die Höhe steiget, beweiset unwidersprechlich, daß dieselbe sey zusammengedrückt, und ihre Weite vermindert worden. Wenn man nun siehet, daß diese Wirkung zunimmt, so wie man dieselbe immer tiefer untertauchet, so muß man nothwendiger Weise erkennen, daß der Druck des Wassers, welcher dieses verursacht, auch vermehret werde. Und wie

sollte

sollte er auch nicht vermehret werden? Da der untergetauchte Körper sich alsdenn von höheren Wassersäulen beschweret befindet, die allezeit beynahe eben so breite Grundflächen haben. Ich sage beynahe, weil die Zusammendrückung den völligen Umfang der Blase vermindert, und ihre Oberfläche auf dem Boden des Gefäßes nicht völlig so groß ist, als sie zu seyn pfleget, wenn sie sich oben auf dem Wasser befindet.

§. 104.

Die flüssigen Körper drücken also nach allen Seiten. Ihre Theile drücken beständig gegen einander, und jedes Kügelchen eines flüssigen Körpers empfindet von allen Seiten einerley Druck. Wo nicht, so begeben sie sich auf diejenige Seite, wo sie den geringsten Widerstand finden, bis sie den vorigen Grad der Spannung wieder erlangt haben. Aus diesem, was wir von der Art bemerket haben, wie die flüssigen Körper drücken, werden wir in den Stand gesetzt, ihren Druck gegen den Boden und die Wände derjenigen Gefäße, worinn sie befindlich sind, zu beurtheilen.

Stevin (Parad. Hydr. Lib.2.) ein Engländer, war der erste, welcher bewieß, daß der Druck gegen den Boden, zweyer an Gestalt und Gehalt ungleicher Gefäße einerley ist, wenn der Durchmesser ihres Bodens und die senkrechte Höhe des flüs-

sigen Körpers über dem Boden einerley ist. Volder war der erste, welcher Stevins Beweis durch Versuche bestätigte. Paschal (Traité de L'Equilibre des Liqueurs. p. 1.) ein Franzose, bestätigte eben dieselbe Wahrheit, wiederhohlte diesen Versuch, und zeigte an fünf verschiedenen Gefäßen, daß der Druck immer einerley ist, was für eine Figur und für einen Gehalt diese Gefäße auch haben mögen, wenn der darinnen befindliche flüssige Körper nur einerley Grundfläche und Höhe hat; welches denn zu folgendem allgemeinen Satze Gelegenheit giebt: Der Druck eines flüssigen Körpers gegen den Boden eines Gefäßes, verhält sich, wie die Grundfläche und Höhe des flüssigen Körpers zusammengenommen. Wenn man also den Druck eines flüssigen Körpers gegen den Boden eines Gefäßes, worinnen er enthalten ist, bestimmen will, so muß man 1) auf die Höhe des flüssigen Körpers Acht haben. 2) Muß man die Grundfläche dieses flüssigen Körpers oder des Gefäßes in Betrachtung ziehen.

§. 105.

Wir haben hierbey zu bemerken, daß der Boden eines Gefäßes nicht allein den Druck, der unmittelbar auf ihn liegenden Wassertheile auszuhalten hat, sondern auch den Druck der obern Theile. Dieser Druck muß sich also verhalten, wie die

Höhe

Höhe des flüssigen Körpers, wenn alle übrigen Umstände einander gleich sind, und daher folget, daß der Druck eines flüssigen Körpers gegen einen festen desto stärker ist, je tiefer sich derselbe unter Wasser befindet. Wenn also die Höhe eines flüssigen Körpers in einem Gefäße vermehret wird, so wird auch nach eben dem Maße nothwendig, dessen Druck gegen den Boden dieses Gefäßes vermehret. Welches nachfolgende Erfahrung bestätiget: Man hänge an den Arm C (fig. 10) einer Wage C D ein bis auf eine gewisse Höhe, z. B., bis a b mit Wasser angefülltes Gefäß A B. Man setze es mit einem Gewichte P, so in die andere Wagschale D gethan wird, in das Gleichgewicht. Man tauche hierauf in das Wasser ein anderes Gefäß E, welches an eine Art eines Schnellgalgens F befestiget ist. Die Masse Wasser, dessen Platz das Gefäß einnimmt, wird alsdann in die Seitensäulen übergehen, und die Oberfläche des Wassers wird steigen, z. B. bis nach c d, obgleich die Quantität des Wassers einerley bleibet. Nun wird man aber alsdenn bemerken, daß das Gefäß A B schwerer, und der Wage den Ausschlag geben wird. Diese Wirkung kann nicht von der Schwere des eingetauchten Gefäßes E herrühren, wie einige einwenden möchten. Denn da dieses Gefäß an den Schnellgalgen F befestiget ist, dieser aber auf dem Tische stehet, so wird die ganze Kraft seiner Schwe-

re hinlänglich aufgehalten. Allein, um allen Zweifel bey diesem Versuch aus dem Wege zu räumen, kann man folgenden Versuch anstellen. Man lege ein neues Gewicht in die Wagschale D, um das Gleichgewicht wieder herzustellen. Wenn das Uebergewicht des Gefäßes A D von der Schwere des Gefäßes E herkommt, so wird dieses Gefäß nicht schwerer werden können, ohne daß das Gefäß A B wenn es ein neues Gewicht bekömmt, der Wage wiederum den Ausschlag gebe. Wenn man nun das Gefäß E mit klein gehacktem Bley anfüllet, so wird dessen Schwere dadurch zwar beträchtlich vermehret werden, allein die Wage wird dessen ungeachtet im Gleichgewichte bleiben. Es muß also das Uebergewicht des Gefäßes A B in dem ersten Falle blos von der durch die Eintauchung des Gefäßes E vermehrten senkrechten Höhe des Wassers hergeleitet werden. Wenn man 2) auf die Höhe des flüssigen Körpers Acht haben muß, dessen Druck gegen den Boden des Gefäßes zu bestimmen, so muß man auch die Grundfläche dieses flüssigen Körpers oder des Gefäßes in Betrachtung ziehen. Denn so wie wir uns eine flüssige Masse in verschiedene mit der Grundfläche parallele Flächen vorgestellt haben, eben so können wir uns auch vorstellen, daß sie in verschiedene Säulen getheilet sey, welche untereinander parallel gehen, auf dem Boden des Gefäßes aber senkrecht stehen. Da jede

dieser

dieser Säulen der andern gleich ist, so drücket auch jede auf einerley Art gegen denjenigen Theil des Bodens worauf sie stehet. Je größer also der Boden eines Gefäßes ist, je mehr nimmt die Zahl dieser Säulen zu; folglich wächset auch nach eben diesem Maaße die Summe der Drucke gegen den Boden des Gefäßes. Wenn man also die Summe der Drücke dieser angenommenen Säulen, gegen den Boden des Gefäßes bestimmen will, so muß man die Höhe des flüssigen Körpers mit seiner Grundfläche multipliciren, so wird das Produkt die verlangte Summe seyn. Die Höhe zeiget uns also, mit welcher Kraft jede Säule gegen den unter ihr befindlichen Theil des Bodens wirket, so wie die Grundfläche uns die Anzahl der Säulen anzeiget, welche gegen den Boden wirken. Da nun der ganze Druck der Summe der einzelnen Drucke gleich ist, so muß man auch den einzelnen Druck, das ist den Druck einer Säule, so oft nehmen, als Säulen auf der Grundfläche befindlich sind; oder welches auf eines hinausläuft, man muß die Höhe mit der Grundfläche multipliciren.

In den Vorlesungen werde ich dieses durch mathematische Beyspiele beweisen.

§. 106

Verschiedene Gefäße, was für Figur und Größe sie auch haben, müssen also einerley Druck

gegen ihren Boden empfinden, wenn sie einerley Grundfläche haben, und wenn der flüssige Körper in ihnen von einerley senkrechter Höhe ist. Um diese Wahrheit durch einen Versuch zu bestätigen, bediene ich mich dreyer verschiedener Gefäße. Das erste A (fig. 11) ist ein rundes Gefäß von 3¾ Zoll im Durchmesser, in welches ich unten auf den Boden eine eiserne Platte, und unter dieselbige einen fett gemachten ledernen Ring lege, damit kein Wasser hindurchgeht. Oben auf dieses Gefäß wird wieder eine eiserne Platte fest geschraubet, in deren Mitte eine blecherne Röhre angelöthet ist, deren Höhe 2 Schuh und 10 Zoll beträgt, aber nur einen Zoll im Durchmesser hat. Von der Mitte der unten auf dem Boden befindlichen Platte, gehet durch diese Röhre ein dünner Strick, welcher an den einen Arm einer Wage angebunden wird, so wie das Gefäß in einem Gestell ruhet. Wenn man nun diese Röhre und das Gefäß mit Wasser anfüllet, so wird diese eiserne Platte so fest auf den Boden des Gefäßes angedrücket, daß man auf der andern Seite der Wage 12 Pfund Gewicht braucht, bis diese Platte mit dem Wasser in die Höhe gehoben wird. Das zweyte Gefäß B (fig. 11) ist ein völliger Cylinder, welcher 2 Schuh und 10 Zoll hoch ist, und 3¾ Zoll im Durchmesser hat; wenn man nun diese eiserne Platte mit dem Leder auf den Boden leget, und hernach den Cylinder mit Was-

ser ganz anfüllet, so wird man mit eben diesem Gewichte die Platte mit dem Wasser in die Höhe heben, obgleich in diesem Cylinder, über 9mal mehr Wasser, als in dem ersten Gefäß enthalten ist. Das dritte Gefäß C. (fig. 11.) ist kegelförmig, von eben der Höhe als die vorhergehenden, mit dem Unterschied, daß der untere Durchmesser gleichfalls 3¼ Zoll beträgt, der obere aber 15 Zoll im Durchmesser hat. Nun wird es ein jeder leicht einsehen, daß in diesem Gefäß eine ungleich größere Menge Wasser vorhanden ist, als in beyden vorhergehenden Gefäßen, dem ohngeachtet braucht man kein größeres Gewicht, den Boden in die Höhe zu heben, oder den Druck gegen den Boden zu überwinden, als wie es bey den vorhergehenden geschehen ist. Aus diesem folget nun sehr deutlich, daß sich der Druck der flüssigen Körper gegen den Boden eines Gefäßes verhalte, wie die Grundfläche mit seiner Höhe multipliciret.

§. 107.

Daher kann man den Boden eines Fasses, welcher durch eine Wassersäule die 20 Schuh Höhe und zum Durchmesser, den Durchmesser des Bodens hat, eingedrücket werden kann; auch durch eine Wassersäule, so dünne sie auch seyn mag, wenn sie nur mit der andern gleiche Höhe hat, eindrucken. Wenn demnach, in was immer

für

für einem Wassergebäude z. B. unter der Bettung einer Schleusse schon einmal Wasser stehet, es sey dessen Volumen auch so dünne als es wolle, wenn es nur einen beträchtlichen Theil der Fläche einnimmt, und es dringet von einer Höhe, ein noch so feiner Wasserfaden dazu, so drückt er so stark gegen die Bettung aufwärts, als eine Wassersäule, welche die Fläche des unter der Bettung stehenden Wassers, zur Grundfläche, und die Höhe des Wasserfadens zur Höhe hat; daher es kein Wunder ist, wenn manchmal von einem so kleinen und sehr leicht sich ereignen könnenden Zufall, die Bettungen der Schleussen in die Höhe gehoben, oder Wassergebäude zerstöret werden. Denn gesetzt, wir wollen annehmen, das Wasser unter einer Bettung betrage 6 Quadratschuh, und die Höhe des Wasserfadens, der zwar nur einen Zoll dicke ist, wäre = 33 Schuhe, so ist der Druck = 33 × 6. = 198 Kubikschuhen, da nun ein Kubikschuh Wasser ohngefähr 64 Pfund wieget, so ist die ganze Kraft dieses Druckes = 12672 Pfund. Dieses kann in den Vorlesungen, mit dem sogenannten anatomischen Heber, noch besser erläutert werden.

§. 108.

Diese Wirkung rühret von dem beständigen Bestreben her, welches die Säulen eines flüssigen Körpers beweget, sich untereinander in das Gleich-

gewicht

gewicht zu setzen. Dieses Gleichgewicht erfordert, daß alle Säulen eines und eben desselben flüssigen Körpers einerley senkrechte Höhe haben. Denn da sie aus Theilen von einerley Dichtigkeit bestehen, so können sie sich nicht das Gleichgewicht halten, wenn die Zahl der Theile, welche gegen einander wirken, nicht auf beyden Seiten gleich ist, oder wenn sie nicht einerley Höhe haben. Wir bemerken daher auch beständig, daß alle Säulen eines und ebendesselben in einerley Gefäßen befindlichen flüssigen Körpers so lange in Bewegung sind, bis ihre Oberfläche wagrecht ist, und bis alle diese Säulen gleich lang sind. Wir sehen gleichfalls, daß, wenn man einen flüssigen Körper in eine Röhre gießet, welche mit einer andern Gemeinschaft hat, dieser flüssige Körper in der zwoten Röhre in die Höhe steiget, und sich das Gegengewicht hält, bis er in beyden Röhren eine und ebendieselbe Höhe hat. Diese Erscheinung hat auch statt, wenn man diesen Versuch mit zusammenhängenden Röhren von verschiedenem Gehalt, von verschiedener Figur und von verschiedenen Stellungen macht. Ich bediene mich hierzu vier verschiedener Gläser, wie fig. 12 zu sehen ist. Wenn ich eins davon anfülle, so werden sich sogleich die andern drey auch anfüllen, und wenn sie in Ruhe sind, so wird der flüssige Körper, in allen Röhren gleich hoch stehen, wie bey A B zu sehen

sehen ist. Man muß es also als einen allgemeinen Satz ansehen, daß flüssige Körper von einerley Dichtigkeit, welche vermittelst mehrerer Gefäße mit einander zusammenhängen, in denselben bis zu einer und eben derselben Höhe steigen müssen. Man wird dieses täglich in der Natur gewahr, und wenn man einige Ausnahmen von diesem allgemeinen Gesetze wahrnehmen sollte, so rühren solche von andern besondern Gesetzen her, welche nicht in die Klasse der jetzt gedachten Erscheinungen gehören. Diese Ausnahmen haben nur alsdann statt, wenn man diese Versuche mit Haarröhren wiederhohlet.

§. 109.

Unter den Haarröhren verstehet man solche Röhren, deren innerer Durchmesser zuweilen so klein ist, daß man kaum ein Haar hineinbringen kann. Wenn nun eine Röhre von dieser Art mit einem Gefäße, oder mit einer andern Röhre von einem großen Durchmesser, Gemeinschaft hat, so bemerket man, daß der flüssige Körper sich über den wagrechten Stand in der Haarröhre erhebet. Man hat von dieser Erscheinung verschiedne Meynungen gehabt, allein ich werde davon nur diejenigen anführen, welche mir die wahrscheinlichste ist, wenn ich zuvor die vornehmsten Erscheinungen, die uns dieser Gegenstand darstellet, werde angeführet haben.

haben. 1) Das Wasser steiget in einem jeden haarförmigen Raume über den wagrechten Stand, denn man muß bemerken, daß diese Wirkung nicht allein in den Röhren von einem sehr kleinen Durchmesser erfolget, sondern, daß sie auch Statt hat, wenn man diesen Versuch mit einem jeden andern Körper macht, der zwischen seinen Theilen haarförmige Räume lässet. Man nehme z. B. zwey Blätter Glas, lege ein kleines Stück Pappier, oder ein Kartenblatt darzwischen, und tauche einen Theil dieser Blätter in ein stark gefärbtes Wasser, so wird der Liquor zwischen den Blätter über die Oberfläche des Wasser steigen. Man bemerket sogar, daß derselbe eine krumme Linie beschreibet, und sich solchergestalt über den wagrechten Stand erhebet. Hieraus siehet man also, daß diese Erscheinung sich nicht allein in den Haarröhren zeiget. Indessen ziehen wir diese hier zu unsern Versuchen vor, weil sie leichter zu behandeln, und zugleich bequemer sind, die Resultate aus den Versuchen, die wir anführen werden, einzusehen. 2) Wenn man eine Haarröhre in einen gefärbten flüssigen Körper tauchet, so steiget der flüssige Körper in derselben über den wagrechten Stand seiner Oberfläche. 3) Der flüssige Körper steiget um so viel höher über den wagrechten Stand, je haarförmiger die Röhre ist. Man verbinde mehrere haarförmige Röhren von verschiedenen Durchmessern mit einander

parallel. Man tauche sie zusammen in eine und eben dieselbe Masse gefärbtes Wasser, so wird die Wassersäule desto länger werden, je dünner sie ist, oder je kleiner der innere Durchmesser der Röhre ist. — Wenn man diesen Versuch mit Aufmerksamkeit untersuchet, so bemerket man, daß die flüssigen Körper, wenn sie in den haarförmigen Röhren über den Wasserpaß steigen, dabey dem umgekehrten Verhältnisse des Diameters der Röhren folgen; das heißt, daß sie in einer Röhre, deren Durchmesser die Hälfte einer andern ist, noch einmal so hoch über den Wasserpaß steigen. Doch leidet dieses Gesetz indessen einige Ausnahmen. 4) Obgleich die flüssigen Körper in haarförmigen Räumen beständig über den Wasserpaß steigen, so verhält es sich doch mit dem Quecksilber anders. Dieses bleibet unter dem wagrechten Stande, und zwar desto tiefer, je enger die haarförmige Röhre ist, in welche es steiget. Um diesen Versuch mit desto größerm Fleiße zu wiederhohlen, bediene ich mich hierzu einer Röhre von Glas, welche in die Form eines Hebers gebogen, und davon der eine Arm in eine Haarröhre ausgezogen ist, wie bey fig. 13. zu sehen ist. Wenn man nun in den weiten Arm dieses Hebers Quecksilber gießet, so wird dasselbe zwar in den haarförmigen Arm steigen, aber ohne doch den Wasserpaß zu erreichen; und wenn es in dem weiten Arm bey a b stehet, so

wird

wird es in der haarförmigen Röhre nur bis c d steigen. Dieser Unterschied wird desto größer seyn, je enger die haarförmige Röhre ist.

In den Vorlesungen werde ich diese Versuche mit den Haarröhren, und ihre Wirkungen, mit verschiedenen flüssigen Körpern vorzeigen.

§. 110.

Die Wirkungen der Haarröhren sind eine Entdeckung, welche für überaus wichtig gehalten werden muß. Denn wenn die flüssigen Körper, welche in geringer Quantität vorhanden sind, sich nicht in den wagrechten Stand versetzen wenn sie sich an den Rand gewisser Körper ansetzen, und den Rand anderer zu fliehen scheinen, wenn ihre Oberflächen anstatt eben zu seyn, in manchen Fällen besondere Figuren annehmen, wenn sie sich bis in die obersten Theile eines Schwammes, einer Lunte, eines Stückes Tuch, einer trockenen und thonigten Erde, ja sogar der Berge und Pflanzen erheben: so rühret solches augenscheinlich von eben diesem Grundsatze her, und man hält mit vieler Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Absonderung in den Drüsen der thierischen Körper, vermittelst solcher Röhren geschiehet. Indessen erhellet aus dem, was bisher gesagt worden, daß das Gesetz, welches die flüssigen Körper in den Haarröhren über den wagrechten Stand erhebet, in der Natur einen großen

Umfang hat, und daß es die ganze Aufmerksamkeit der Naturlehrer verdienet. Es haben sich daher auch seit dessen Entdeckung fast alle Naturlehrer sehr ernsthaft damit beschäftiget, welches zu sehr vielen Hypothesen Anlaß gegeben hat. Von denen ich aber nur das System des Hrn. Weidbrechts, welches er in den Schriften der Petersburger Akademie im 8. Tom. mitgetheilet, hier anführe, weil es nach meiner Einsicht das wahrscheinlichste ist.

§. 111.

Herr Weidbrecht fand 1) daß die anziehende Kraft des Glases in Vergleichung mit der Anziehung der flüssigen Körper, weit stärker ist, als diejenige, welche die Theilchen der flüssigen Körper gegen einander haben, das Quecksilber ausgenommen. Hierinnen kommt er mit allen Freunden der anziehenden Kräfte überein.

2) Die Erfahrung hat ihn gelehret, daß der Radius der Wirksamkeit der anziehenden Kräfte des Glases, sich nur in einen sehr kleinen Raum erstrecket, dagegen er sich bey den anziehenden Kräften der Theilchen der flüssigen Körper viel weiter erstrecket. Den ersten Theil beweiset er mit folgender Beobachtung, nämlich daß die flüssigen Körper sich einem Stück Glas nicht eher nähern, als bis sie dem Berührungspunkte sehr nahe sind, und

daß man in einer kleinen Entfernung von diesem Punkte keine Wirkung einer anziehenden Kraft verspühret. Den zweyten Satz beweiset er mit einer andern Erfahrung, nach welcher zwey Tropfen Wasser sich in einer ziemlichen Entfernung merklich an sich ziehen und sich vereinigen.

3) Da der Radius der Wirksamkeit der anziehenden Kräfte des Glases sehr klein ist, so wirket die anziehende Kraft nur auf einen Theil der kleinen flüssigen Säule, welche in dem Innern einer Haarröhre in die Höhe steiget, nämlich auf die äussere Fläche dieser Säule, welche das Glas berühret. Weidbrecht nennet diesen Theil des flüssigen Körpers, der von dem Glas angezogen wird, die Canaliculam, oder das Röhrchen, den Wassercylinder aber, der die steigende Säule des flüssigen Körpers ausmacht, und von der Canalicula umgeben wird, den innern Cylinder. Man kann dieses aus folgendem Versuch sehr leicht einsehen. Wenn man eine Haarröhre schräg auf die Oberfläche des Wassers hält, daß man solches nur ein wenig mit ihrer Eröfnung berühret, so wird das Wasser sogleich angezogen werden, und etwas in die Höhe steigen.

Endlich zum 4) ist die Dicke des Röhrchens dem Umfang des Radii der Wirksamkeit der anziehenden Kräfte des Glases, allemal proportio-

 nirt;

nirt; folglich kann man auch sagen, daß diese Dicke sehr geringe ist.

§. 112.

Wenn man also eine Haarröhre auf die Oberfläche eines flüssigen Körpers z. B. des Wassers leget, so ziehen die anziehenden Kräfte des untern Ringes der Röhre, welcher die Oberfläche des Wassers berühret, einen kleinen Theil dieses flüssigen Körpers an sich. Damit sich nun dieser flüssige Körper in der Röhre erheben könne, so muß er 1) die Schwere des flüssigen Körpers und 2) die anziehende Kraft überwinden, mit welcher dieser Theil des Liquidi an den übrigen Theilen der ganzen Masse anhänget. Dieser Tropfen steiget also in die Röhre, blos wegen der Ueberlegenheit der anziehenden Kraft des Glases über der anziehenden Kraft, welche die Wassertheilchen gegen sich selbst äussern, und wegen des Uebergewichtes eben dieser Kraft, über die Schwere des erhobenen flüssigen Körpers. Da nun der Radius der Wirksamkeit des Glases eine unendlich kleine Ausdehnung hat, so erhebet und träget die anziehende Kraft des Glases auch nur den kleinen Umfang von Wasser, der die Canaliculam ausmacht. Allein da sich der Radius der Wirksamkeit der anziehenden Kraft der Theilchen des flüssigen Körpers viel weiter erstrecket, so erhebet und träget die Canalicula die kleine

Wassermasse, welche ihren innern Cylinder ausmachet. Da die Lage Wasser, welche diesen Theil des gehobenen flüssigen Körpers ausmacht, alsdenn von dem unmittelbar darüber befindlichen obern Ringe beherrschet wird, so entwickelt sich die anziehende Kraft des vorhergehenden Ringes nach zwey Richtungen; sie wirket nämlich von oben niederwärts gegen den flüssigen Körper, welchen der obere Ring an sich ziehet, und von unten aufwärts gegen den neuen Tropfen des flüssigen Körpers, der sich an der Oefnung zeiget. Die Wirkung des obern Ringes bekömmt also die Oberhand, und die erste Lage hebet sich bis zu dem zweyten Ringe, wo sie alsdann von der anziehenden Kraft des dritten Ringes beherrschet wird, weil sich die Wirkung des zweyten alsdann gegen die anziehende Kraft des dritten, und gegen die neue Quantität Wasser, welche der erste Ring gehoben hat, theilet, daher die Wirkungen, welche der erste und zweyte Ring nach entgegengesetzten Richtungen gegen einander äussern, sich aufheben. Die anziehende Kraft des dritten Ringes muß also über diejenige Kraft die Oberhand bekommen, mit welcher der zweyte gegen ihn wirket, und so ferner, in Betrachtung der folgenden Ringe. Allein, so wie dieser flüssige Körper in der Röhre steiget, und so wie das Röhrchen von den Wänden der Röhre angezogen und getragen wird, so ziehet und

träget dieses Röhrchen einen kleinen flüssigen Cylinder, dessen Schwere beständig zunimmt. Da nun die anziehenden Kräfte der untern Ringe einander aufheben, so muß der obere Ring die ganze Schwere der in die Höhe gehobenen flüssigen Säule allein tragen. Diese Schwere wird endlich so groß, daß sie mit der anziehenden Kraft des obern Ringes im Gleichgewichte stehet, und alsdann höret der flüssige Körper auf, höher zu steigen. Dieses System scheint mir keine unauflößliche Schwierigkeiten zu haben. Man kann vielmehr vermittelst desselben von allen Erscheinungen bey den Haarröhren, einen Grund angeben.

§. 113.

Da wir bisher die allgemeinen Gesetze des Druckes der flüssigen Körper untersuchet, und die Gesetze des Gleichgewichtes gleichartiger Flüssigkeiten betrachtet haben, welches uns denn zu der Untersuchung der Erscheinungen bey den Haarröhren geführet hat. So wollen wir auch jetzt die besondern Gesetze des Druckes und des Gleichgewichtes fremdartiger Flüssigkeiten betrachten. Wenn mehrere flüssige Körper von verschiedener Dichtigkeit, in einem und eben demselben Gefäße befindlich sind, so ist ihre verschiedene Dichtigkeit hinreichend, sie von andern abzusondern, wenn sich nichts ihrer Absonderung mit Heftigkeit widersetzet. Diese

flüssigen

flüssigen Körper werden sich alsdenn in dem Gefäße vertheilen, so daß der leichteste, den obersten Theil einnehmen wird, und so ferner. Folgender Versuch beweiset die Wahrheit dieses Satzes. Man thue in ein Glas Quecksilber, zerflossenes Weinsteinsalz, Weingeist der mit Orseille gefärbt worden, und Steinöhl. Man schüttle das Glas sehr heftig, um diese verschiedenen Flüssigkeiten mit einander zu vermischen, und setze es hierauf auf einen Tisch, so wird sich das Quecksilber auf den Boden des Glases setzen, das zerfloßne Weinsteinsalz wird sich auf das Quecksilber lagern, den dritten Platz wird der Weingeist einnehmen, und das Steinöhl als das leichteste wird oben auf schwimmen. Der Grund dieser Erscheinung, welche schon bey den Alten unter dem Namen der Elementengläser bekannt war, lieget in der verschiedenen eigenthümlichen Schwere dieser Flüssigkeiten. Das Quecksilber hat mehr Dichtigkeit, und wendet daher auch mehr Kraft an, den Boden des Gefäßes zu erreichen, auf welchen es sich setzet. Die Dichtigkeit der übrigen flüssigen Körper lagert sie nach der bereits angezeigten Rangordnung übereinander. Allein diese Ursache würde allein nicht hinreichend seyn, sie wieder von einander zu trennen, wenn man sie durch Rütteln mit einander vermischet hat, wenn nicht diese verschiedenen flüssigen Körper zu wenig Verwandschaft

mit einander hätten, um sich zu vereinigen, daher sie auch nicht vermischt bleiben können, sondern jeder von ihnen nimmt den Platz ein, der seiner eigenthümlichen Schwere gebühret. Das Wasser ist zwar gemeiniglich schwerer als der Wein; allein wenn man beyde in einem Gefäße heftig untereinander schüttelt, so vereinigen sie sich dergestalt, daß man sie durch den bloßen Unterschied ihrer Dichtigkeit, nicht mehr von einander trennen kann. Dieses rühret aber von der Verwandschaft dieser beyden Flüssigkeiten her, nach welcher sie sich gern mit einander vermischen lassen. Indessen ist es doch möglich, sie von einander zu trennen, und sie in denjenigen Raum einzuschränken, der ihnen nach ihrer Dichtigkeit gehöret, wenn man sie in solche Gefäße thut, wo sie sich nur mit sehr kleinen Oberflächen berühren, wo sie sich also auch nicht plötzlich vermischen können. Man kann sich am besten durch folgenden Versuch davon überzeugen. Wenn man zwey Gläser nimmt, die enge Hälse haben, und davon das eine mit Wein, und das andere mit Wasser ganz voll füllet, sodann das Glas mit dem Wasser auf das andere mit dem Wein bringet, so haben alsdenn beyde Flüssigkeiten blos vermittelst des engen Halses mit einander Gemeinschaft. Ein Theil der Wassersäule, welche sich über der Mündung dieses Halses befindet, wird in das andere Glas zu steigen suchen, und da dessen Bestre-

ben nach dem Boden dieses Glases, dem Bestreben einer ähnlichen Weinsäule, welche diesen Platz einnimmt, überlegen ist, so wird die Wassersäule niedersteigen, und eine ähnliche Weinsäule erheben, welche sich durch die Wassermasse, so zu sagen, durchseihen, und sich auf der Oberfläche dieses flüssigen Körpers verbreiten wird, um daselbst den ihrer Leichtigkeit gehörigen Platz einzunehmen. Und diese Wirkung wird so lange dauren, bis alles Wasser in dem untern, und aller Wein in dem obern Glas seyn wird.

§. 114.

Obgleich leichtere flüssige Körper, wenn sie mit schwereren Flüßigkeiten vermischet werden, sich von einander absondern, und sich über die letztern erheben, so behalten sie dessen ungeachtet ihr Bestreben nach dem Boden des Gefäßes, in welchem diese Absonderung vorgehet; sie drücken gegen die unter ihnen befindlichen schweren Körper, und vermehren folglich auch den Druck der letztern gegen den Boden des Gefäßes. Dieses zu beweisen dient folgender Versuch. Man tauche eine Haarröhre in eine Masse gefärbtes Wasser, so wird das letzte über den Wasserpaß steigen. Man zeichne die Höhe, zu welcher es steiget, mit einem Faden, und gieße auf diese Masse Wasser, einen leichtern Liquor, z. B. Weingeist oder Terpentinöl, so wird

das

das gefärbte Wasser nach eben dem Maaße in der Röhre in die Höhe steigen; woraus denn sehr deutlich erhellet, daß die Schwere des Wassers durch die Schwere des darauf gegossenen Weingeists oder Terpentinöls vermehret worden. Dieses sind die besondern Gesetze des Druckes fremdartiger Flüssigkeiten. Die Gesetze aber ihres Gleichgewichtes werde ich durch nachfolgenden Satz zu bestimmen suchen.

§. 115

Zwey fremdartige Flüssigkeiten, welche vermittelst einer Communications-Röhre gegen einander wirken, stehen mit einander im Gleichgewichte wenn sich ihre senkrechten Höhen umgekehrt verhalten, wie ihre Dichtigkeiten. Man weiß, daß das Quecksilber bey einem gleichen Volumen ohngefähr vierzehnmal schwerer ist, als das Wasser. Es wird also ein Gleichgewicht zwischen einer Säule Wasser und einer Säule Quecksilber statt finden, wenn die Wassersäule ohngefähr vierzehnmal länger ist, als die Quecksilbersäule; doch daß sie einerley Grundflächen haben; wie uns folgende Erfahrung lehren wird. Man nehme eine gekrümmte gläserne Röhre in der Gestalt eines umgekehrten Hebers, deren einer Arm ohngefähr 20 bis 22 Zoll, der andere aber nur 4 bis 5 Zoll lang ist. Man befestige diese Röhre auf ein von einem Zolle zum andern

dern eingetheiltes Bret, so daß die beyden ersten Grade oder Zolle, auf beyden Seiten von dem Wasserpaß der Biegung an zu rechnen, in Linien getheilet sind. Man schütte Quecksilber in diese Röhre, so daß dasselbe in beyden Armen einen halben Zoll über den Wasserpaß der Biegung stehet. Hierauf gieße man in den langen Arm Wasser, bis die Wassersäule den vierzehnten Grad berühret, so wird das Quecksilber in dem kleinen Arm bis auf einen Zoll steigen, und beyde flüssige Körper werden im Gleichgewichte stehen. Der Druck flüssiger Körper, verhält sich wie ihre Höhen und Grundflächen zusammengenommen, wie ich (§. 104.) schon gesagt habe. Wenn die Grundflächen einerley oder beyden Flüssigkeiten gemein sind, so verhalten sich die Drücke wie die Höhen. Da aber diese flüssigen Körper von verschiedener Dichtigkeit sind, so muß der Druck eben derselbe seyn, wenn die gröste Erhebung eines flüssigen Körpers über die Grundfläche, welche er drücket, durch die größere Dichtigkeit eines andern flüssigen Körpers, der gegen eben dieselbe Grundfläche wirket, vollkommen ersetzet wird. Dieses geschiehet nun, wenn die senkrechten Höhen zweyer fremdartiger Flüssigkeiten sich gegenseitig verhalten, wie ihre Dichtigkeiten.

§. 116.

Wir haben nun noch den Druck und das Gleichgewicht fester Körper, wenn sie in flüssige getauchet werden, zu betrachten. Ein fester Körper der in einen flüssigen getauchet wird, kann unter drey verschiedenen Verhältnissen betrachtet werden. 1) Der feste Körper kann schwerer seyn, als ein eben so großes Volumen des flüssigen. 2) Er kann eben so schwer seyn, als das Volumen des flüssigen, dessen Stelle er einnimmt. 3) Er kann leichter seyn, als ein eben so großes Volumen des Flüssigen. In dem ersten Falle fällt er auf den Boden des Gefäßes, in dem zweyten bleibet er im Gleichgewichte, an welchen Ort des flüssigen Körpers, man ihn auch stellen mag; in dem dritten Fall endlich schwimmt er oben. Diese drey Fälle wollen wir etwas näher betrachten.

1) Ein schwerer fester Körper fällt auf den Boden des Gefäßes, weil die Säule des flüssigen Körpers, welche ihn träget, durch den Zusatz des Gewichtes des festen Körpers schwerer wird, und daher ein stärkeres Bestreben nach dem Boden des Gefäßes bekömmt, als die Seitensäulen. Diese Säule sinket daher eben so wohl nieder, als der Körper, den sie träget. Allein im Sinken empfindet sie ein unüberwindliches Hinderniß von Seiten des Bodens des Gefäßes. Sie fließet also in die Seitensäulen über, deren Höhe sie vermehret.

ret. Der feste Körper kömmt durch dieses Mittel auf den Boden des Gefäßes, und der leere Raum, den er während seines Falles macht, wird von den Seitensäulen ausgefüllet; weil nehmlich diese Säulen äusserst beweglich sind, und von nichts mehr unterstützet werden, so müssen sie sich nothwendig in den leeren Raum ergießen.

2) Wenn der feste Körper eben so schwer ist, als das Volumen des flüssigen, dessen Stelle er einnimmt, so bleibet er in Ruhe, an was für einen Ort der flüssigen Masse man ihn auch stellet. Denn da er dem Volumen des flüssigen Körpers, welches er aus seiner Stelle dränget, an Schwere gleich ist, so hat er auf die benachbarten Säulen eben dieselbe Wirkung, welche das Volumen des verdrängten flüssigen Körpers vorher hervorbrachte.

3) Wenn aber der feste Körper leichter ist, als ein eben so großes Volumen des flüssigen, so schwimmet er mehr oder weniger oben auf, je nachdem er sich der Schwere eines eben so großen Volumens des Flüssigen mehr oder weniger nähert. Denn obgleich dieser Körper leichter ist, so hat er dennoch eine gewisse Schwere, kraft welcher er einen Theil des Flüssigen, in welchem er sich befindet, aus seiner Stelle treibet.

Es ist indessen noch nicht genug, daß man wisse, daß ein Körper der schwerer ist, als ein eben so großes Volumen Wasser, zu Boden fällt, und

und daß ein leichterer Körper oben schwimmet. Man muß auch wissen, wie und mit welcher Kraft ein schwererer Körper auf dem Boden eines Gefäßes in dem flüssigen fällt, und wie ein leichterer oben schwimmet.

§. 117.

Ein Körper der schwerer *ist*, als ein eben so großes Volumen des flüssigen Körpers, gehet in demselben unter und fällt zu Boden. Allein er sinket nicht mit seiner ganzen Schwere unter weil ein Theil seines Gewichtes von der flüssigen Säule getragen wird, auf welcher er ruhet. Man hänge an die beyden Arme einer Wage zwey Körper, welche an Masse vollkommen gleich sind, z. B. zwey elfenbeinerne Kugeln, so werden sie einander das Gleichgewicht *halten*. Man hänge eine von diesen zwey Kugeln in eine flüssige Masse, z. B. in Wasser, so wird die Wage wanken, und der an dem andern Arme hängende Körper das Uebergewicht bekommen. Dieser letzte kann nicht das Uebergewicht bekommen, wenn nicht der andere Körper einen Theil seiner Schwere verlieret, als so fern er von dem übrigen Körper worinn er hänget, getragen wird. Ein Körper, welcher schwerer *ist*, als ein gleiches Volumen des flüssigen Körpers, in welchem er sich befindet, wird also von demselben zum Theil getragen. Er fällt also nicht mit

der

der ganzen Kraft seines Gewichtes zu Boden. Man siehet also, daß ein Körper, der sich in einer flüssigen Materie befindet, einen Theil seines Gewichtes verlieret. Allein nun ist die Frage, wie viel verlieret er davon? Ich antworte, sowohl die Erfahrung als auch die Vernunftschlüsse lehren uns, daß der Theil, den er von seinem Gewichte verlieret, der Schwere der flüssigen Masse gleich ist, welche er aus ihrer Stelle dränget, wie wir aus folgendem Versuch sehen werden. Man nehme einen hohlen messingenen Cylinder, dessen Höhlung von einem andern festen Cylinder genau ausgefüllet wird. Man hänge den hohlen Cylinder an den Arm einer Wage, und unter diesen den andern festen Cylinder, und bringe beyde mit einem hinlänglichen Gewichte, so an dem andern Arm der Wage gehänget wird, in das Gleichgewicht. Hierauf tauche man den festen Cylinder in das Wasser, so wird er, da er zum Theil von demselben getragen wird, leichter werden, und das gegen über befindliche Gewicht, wird den Ausschlag geben. Um nun zu beweisen, daß der feste Cylinder in diesem Falle eben so viel von seinem Gewichte verlieret, als das Volumen Wasser, dessen Stelle er einnimmt, wieget, darf man an den Arm der Wage nur ein Gewicht hängen, welches eben so schwer ist, als das gedachte Volumen Wasser. Dieses ist leicht zu bewerkstelligen, wenn man nur den hohlen Cylinder

linder, mit eben demselben Wasser füllet, so wird denn das Gleichgewicht wieder hergestellet werden. Das Volumen Wasser, welches der feste Cylinder aus seiner Stelle treibet, war mit den übrigen Säulen im Gleichgewichte, und sein Gewicht war wie nichts gegen die ganze Kraft zu rechnen, welche dasselbe zu tragen hatte. Folglich muß derjenige Theil von dem Gewichte des festen Cylinders, welcher dem Theile von dem Volumen Wasser gleich ist, mit den übrigen Säulen im Gleichgewichte stehen, und keine Wirkung gegen den Arm der Wage, welcher dasselbe träget, hervorbringen. Der in das Wasser getauchte Cylinder giebt also dem Arme der Wage nur den Ueberschuß seines Gewichtes über das Gewicht der verdrängten Wassermasse zu tragen. Ich ziehe hieraus zwey Folgerungen. 1) Je mehr Volumen ein in ein Fluidum getauchter Körper hat desto mehr verlieret er auch von seinem Gewichte, wenn anders alle übrigen Umstände gleich sind. 2) Wenn eben dieser Körper in verschiedene Fluida getauchet wird, so verlieret er desto mehr von seinem Gewichte, je mehr Dichtigkeit diese Fluida haben.

§. 118.

Je mehr Volumen ein Körper hat, desto größer ist auch das flüssige Volumen, welches er verdränget, wenn alle übrigen Umstände gleich sind. Je größer dieses flüssige Volumen ist, desto schwe-

schwerer ist es auch, folglich verlieret auch der eingetauchte Körper desto mehr von seinem Gewichte. Man kann sich durch folgende Erfahrung am besten hiervon überzeugen. Man hänge unter jede Schale einer Wage zwey Körper, von einerley Größe und Schwere, z. E. zwey gleich große elfenbeinerne Kugeln, so werden sie in der Luft einander das Gleichgewicht halten. Man tauche sie beyde in einen und eben denselben flüssigen Körper ein, so wird das Gleichwicht bleiben, weil ihr Gewicht gleich ist, daher sie gleiche Volumina Wasser verdrängen, folglich auch gleichviel von ihrem Gewichte verlieren. Statt eines dieser Körper, hänge man einen andern Körper von eben der nämlichen Schwere, aber von einer geringern Größe, an die Wage, so, daß sie in der Luft einander das Gleichgewicht halten. Tauchet man sie hierauf in das Wasser, so wird derjenige von den beyden der die kleinste Größe hat, das Uebergewicht bekommen, weil er weniger Wasser verdränget, folglich auch weniger von seinem Gewicht verlieret, als derjenige Körper, welcher mehr Wasser aus seiner Stelle treibet. Man stelle das Gleichgewicht wieder her, indem man ein hinlängliches Gewicht in diejenige Schale leget, unter welcher der größere Körper hänget, und hänge anstatt des andern Körpers einen eben so schweren an die Schale, der aber noch kleiner ist. Man hänge sie beyde in das Wasser, so wird das Gleichgewicht zum Vortheil des letztern nochmals

 gehö-

gehoben werden. Folglich verlieren die in ein Fluidum getauchten Körper in demselben desto mehr von ihrem Gewichte, je mehr Volumen sie haben, wenn anders alle übrigen Umstände einander gleich sind.

§. 119.

Je dichter daher auch ein Fluidum ist, in welches ein Körper getaucht worden, desto schwerer ist auch eben dasselbe Volumen, dieses flüssigen Körpers. Nun ist der Verlust den der eingetauchte Körper an seinem Gewichte leidet, dem Gewichte des verdrängten Voluminis gleich. Je dichter also das Fluidum ist, in welches ein Körper getauchet wird, desto mehr verliert auch dieser Körper an seinem Gewichte, wovon uns folgende Erfahrung am besten überzeugen wird. Man hänge unter die beyden Schalen einer Wage, die oben schon gedachten zwey elfenbeinern Kugeln, welche in der Luft mit einander im Gleichgewicht stehen. Man hänge eine davon in das Wasser, so wird sie einen Theil von ihrem Gewicht verlieren. Man stelle das Gleichgewicht wieder her, indem man in die Schale so viele Gewichte leget, als nöthig sind, und bemerke das Gewicht, welches man zu dem Ende hinzuthun muß. Man wiederhohle diesen Versuch, indem man diesen Körper in verschiedene Fluida von verschiedener Dichtigkeit tauchet, so wird man finden, daß man dieses

Gewicht

Gewicht immer wird vermehren müssen, je mehr die flüssigen Körper, deren man sich bedienet, das Wasser, an Dichtigkeit übertreffen, so wie man das Gewicht vermindern muß, wenn die Dichtigkeit des flüssigen Körpers geringer ist, als die des Wassers, dessen man sich in dem ersten Versuche bedienet hat. In den Vorlesungen kann man solches mit Salzwasser, Bier, Milch, Oehl, Weingeist, und noch verschiedenen andern Flüssigkeiten vorzeigen.

§. 120.

Die erste dieser beyden jetzt bewiesenen Folgerungen giebt uns ein so bequemes, als richtiges Mittel an die Hand, die eigenthümliche Schwere der festen Körper zu bestimmen, und die zweyte hilft uns die eigenthümliche Schwere der flüssigen Körper zu bestimmen. Die eigenthümliche Schwere eines Körpers ist dessen Gewicht in Vergleichung mit dem Gewichte eines andern Körpers von eben derselben Größe. Die eigenthümliche Schwere ist also nichts anders, als der Unterschied zwischen dem Gewichte zweyer Körper von einerley Größe, ein Unterschied, der von ihrer verschiedenen Dichtigkeit herkommt. Denn es ist ausgemacht, daß ein Körper nicht schwerer seyn kann, als ein anderer von eben derselben Größe, wenn der erstere nicht mehr Materie enthält; indem das Gewicht eines Körpers nichts

anders ist, als die Summe der Gewichte seiner verschiedenen Theile. Man würde also die eigenthümliche Schwere der Körper sehr leicht erkennen können, wenn man sie alle auf eine und eben dieselbe Größe zurückführen, und sie besonders wägen könnte Allein diese Methode läßt sich nicht allemal anwenden; überdies haben wir andere, welche weit bequemer in das Werk zu richten sind. Unter allen, die man bis jetzt erdacht hat, sehe ich keine die genauer und vollkommener wäre, als diejenige, welche sich auf den Verlust gründet, welchen die festen Körper an ihrem Gewichte in dem Wasser leiden. Wir haben oben bewiesen, daß ein Körper in einem Fluido eben so viel von seinem Gewichte verlieret, als die Masse Wasser wieget, die er verdränget. Man kann also sagen, daß sich die eigenthümliche Schwere dieses Fluidi zu der eigenthümlichen Schwere des eingetauchten Körpers verhält, wie sich das Gewicht der verdrängten Wassermasse zu dem Gewichte des festen Körpers vor seiner Eintauchung verhält. Hieraus folget nun, daß, wenn man die eigenthümliche Schwere des Fluidi durch 1, oder 1000 ausdrücket, man die eigenthümliche Schwere des festen Körpers bekomme, wenn man sein Gewicht in der freyen Luft, mit dem Unterschiede eben dieses Gewichtes, wenn man den Körper in dem Fluido wieget, dividiret. Ein Stück Messing, z. B. wieget in der Luft 36 Gran, in dem Wasser aber nur 32 Gran. Man bekommt also die eigenthüm-

thümliche Schwere dieses Stückes Messing, wenn man sein Gewicht in der Luft 36, mit der Differenz 4 dividiret, welche man findet, wenn man es im Wasser wäget. Nun ist $\frac{36}{4} = 9$. die eigenthümliche Schwere des Messings, verhält sich also zu der eigenthümlichen Schwere des Wassers = 9 : 1 oder wenn ich mich in Decimalziffern ausdrücke, als wie 9000 : 1000. Nimmt man aber ein Stück Bley, welches in der Luft 413 Gran wieget, so ist der Unterschied = 44, und mit diesem die 413 Gran dividiret, so verhält sich das Bley zum Wasser wie $\frac{413}{44} = 9\frac{17}{44}$ oder wie 9,384 : 1000. Dieser Methode zu Folge hat man verschiedene Tabellen von der eigenthümlichen Schwere der Körper verfertiget. Die aber hier zu weitläuftig anzuführen sind. Vermittelst einer fast eben solcher Methode kann man auch die eigenthümliche Schwere derjenigen Körper finden, welche von leichterer Art sind, als ein eben so großes Volumen Wasser.

In den Vorlesungen werde ich dieses durch acht verschiedene Körper beweisen, und auch die Methode erklären, nach der man die eigenthümliche Schwere der leichteren Körper bestimmet.

§. 121.

Man hat ferner eine Menge verschiedener Methoden ersonnen, die eigenthümliche Schwere

der flüssigen Körper zu finden. Die beste Methode, und die natürlichste Art dieses zu bewerkstelligen, geschiehet mit der Hydrostatischen Wage. Nun haben wir gefunden, daß ein fester Körper, wenn er in Fluida von verschiedener Dichtigkeit getauchet wird, in denselben desto mehr von seinem Gewichte verlieret, je dichter der flüssige Körper ist, in welchen er getauchet wird. Wenn man nun einen Körper dessen Volumen bekannt ist, erst in die Luft, und alsdenn nach und nach in verschiedenen Flüssigkeiten wieget, so wird man die eigenthümliche Schwere dieser Flüssigkeiten bekommen, wenn man die verschiedenen Gewichte, welche nöthig sind das Gleichgewicht herzustellen, mit einander vergleichet. Diese Methode ist die richtigste unter allen die ich kenne, und ich fand durch die oben gedachten elfenbeinernen Kugeln folgende Gewichte verschiedene Flüssigkeiten, wie hier folgen.

Gemeines Wasser wog	=	533 Gran.
Salzwasser — — —	=	600. —
Weinessig — — —	=	535. —
Bieressig — — —	=	535. —
Milch — — — —	=	541. —
Braunes Bier — —	=	537. —
Weinbrandewein —	=	500. —
Baumöhl — —	=	427. —

§. 122.

§. 122.

Aus diesem erhellet, wie sich die flüssigen Körper gegen einander verhalten, oder wie ihre eigenthümliche Schwere gegen einander beschaffen ist. Hieraus sind die sogenannten Weinproben entstanden, welche man Araeometra zu nennen pfleget. Es bestehet ein solches Werkzeug aus einer hohlen gläsernen Kugel, welche sich mit einem hohlen Knopfe endiget, in welchem man eine gewisse Quantität klein gemachtes Bley thut, damit der Schwerpunkt dieses Werkzeugs nach dessen untern Theil gezogen werde, und es beständig auf dem Horizont senkrecht stehe, auch in einem etwas schweren flüssigen Körper untersinken könne. Ueber der Kugel befindet sich eine dünne Röhre, welche in Grade abgetheilet ist. Wenn man dieses Instrument in Salzwasser bringet, und es so einrichtet, daß es darinnen bis auf den fünften Grad untersinket, so wird es hernach in einem jeden andern Fluido desto tiefer untersinken, je leichter derselbe in Vergleichung mit dem Salzwasser ist. Man kann daher die eigenthümliche Schwere verschiedener flüssiger Körper aus den verschiedenen Graden der Untertauchung dieses Instruments erkennen. Aus diesen Gesetzen kann ein wichtiger Theil der Schiffahrt beurtheilt werden. Das Schiff muß nämlich so viel Wasser aus der Stelle verdrängen, als es mit seiner ganzen Ladung schwer ist. Nun ist das Salzwasser von schwererer Art als süßes Wasser,

daher muß sich das Schiff auf dem Meere als einem salzigten Wasser, weniger tief, als auf dem süßen Wasser in den Strömen, einsenken. Dieses muß ein Schiffer wohl merken, damit er seine Ladung weder zu groß noch gar zu geringe mache, und ihm sowohl aus dem einen als aus dem andern ein Nachtheil wachse. Denn ist es zu stark beladen, so ist es dem Sinken nahe, und in dem andern Falle kann das Schiff gar bald umschlagen. Es lässet sich hieraus abnehmen, warum man zuweilen genöthiget wird, ein Schiff zu lichten, das ist leichter zu machen, ehe es in den Hafen einlaufen kann, oder warum zu einem Theile der Ladung oder des Ballastes, Sand, Steine und dergleichen Körper genommen werden. Ferner erkennet man hieraus, wie es möglich sey, daß ein schwacher Wind, dennoch einen so ungeheuren Körper, als ein Schiff ist, mit der ganzen Ladung auf dem Meere treiben, und gleichwohl ein einziger Anker, diese ganze Bewegung hemmen könne. Die ganze Schwere des Schiffes und der Ladung wird von dem Wasser getragen. Also hat der Wind keinesweges diese Last, sondern nur den Widerstand zu überwältigen, den ihm die Masse des Schiffes und der Ladung ohne alle Schwere betrachtet, und das Wasser wegen des Zusammenhängens seiner Theile entgegen zu setzen vermag: und diese letztere Hinderniß wird zugleich dadurch vermindert, daß man dem Schiffe eine keilförmige Gestalt ertheilet. Eben so hält der Anker nicht

die

die Last des Schiffes, sondern widerstehet nur dem Stoß des Windes, in soweit demselben nicht durch den Zusammenhang der Wassertheile, widerstanden wird. Daraus siehet man aber auch zugleich, warum bey einem heftigen Sturme die Anker keine Sicherheit verschaffen.

§. 123.

Wenn ein Körper, der von leichterer Art ist, als z. B. das Wasser, in dieses Fluidum getauchet wird, so sinket er zum Theil ein, und zwar soweit, bis der eingesunkene Theil ein Volumen Wasser verdrängt hat, welches eben so schwer ist, als der ganze eingetauchte Körper. Um diesen Satz durch einen überzeugenden Versuch zu erweisen, so nehme man ein cylindrisches Gefäß, welches eine gläserne Communications-Röhre hat, die aber keine Haarröhre ist; das Gefäß muß mit einem Hahne versehen seyn, damit man das Wasser nach Belieben aus dem Gefäße ablassen kann. Man fülle dieses Gefäß mit Wasser bis zu einer gewissen Höhe, die man mit einem Faden auf der gläsernen Röhre bemerket. Hierauf lege man eine hohle Kugel von dünnem Messing in das Wasser, welche zum Theil einsinken, und sowohl die Seitensäulen, als auch die kleine Säule in der Communications-Röhre erheben wird. Man öfne hierauf den Hahn, und zapfe einen Theil des Wassers ab, bis es wieder die vorige

bemerk-

bemerkte Höhe hat. Man nehme die Kugel heraus, trockne sie ab, und wäge sie gegen das abgezapfte Wasser, so wird man finden, daß beyde Körper mit einander im Gleichgewichte stehen werden. Dieses beweiset nun augenscheinlich, daß das durch die Eintauchung eines Körpers von leichterer Art verdrängte Wasser eben so schwer ist als der eingetauchte Körper selbst.

§. 124.

Ein schwimmender Körper tauchet sich nur so tief in die flüssige Materie von schwererer Art ein, bis daß das von ihm aus der Stelle getriebene Flüssige seiner ganzen Schwere gleich ist. Will man ihm demnach zum gänzlichen Eintauchen, oder gar bis an den Boden eines Gefäßes bringen, so muß dieses von einer äussern Gewalt bewirket werden, welche mit der eignen Schwere des einzutauchenden Körpers zusammen genommen, wenigstens der eigenthümlichen Schwere der flüssigen Materie gleich ist. Da nun diese Gewalt der Unterschied ist, zwischen der Schwere des flüssigen und des festen Körpers; so muß die Kraft welche man hinzubringen muß, um einen festen Körper in eine flüssige Materie von schwererer Art einzusenken, gleich seyn, dem Unterschied der absoluten Schwere des festen, und der eigenthümlichen Schwere des flüssigen Körpers. Z. E. Ein Körper tauche um sich $\frac{2}{3}$ seiner ganzen Größe ein, so ist der Unterschied der Schwere beyder Körper

$= \frac{1}{3}$.

$= \frac{1}{3}$. Demnach muß eine äussere Gewalt $= \frac{1}{3}$ der ersten eigenen $\frac{2}{3}$ zugefüget werden, um den Körper zum gänzlichen Eintauchen zu bringen. Um dieses noch besser einzusehen, wird folgender Versuch dienen können. Ich nehme vier Stücke Kork jedes einen Kubikzoll groß, und verbinde solche mit einander, welche zusammen 240 Gran wiegen; sie schwimmen nur auf dem Wasser, ohne sich fast merklich einzusenken; wenn ich also dieselben mit einem Stücke Bley beschwere, so werden sie sich ganz einsenken. Nun wieget das Bley in der Luft 1045 Gran, im Wasser aber nur 1016 Gran, folglich verlieret solches 29 Gran im Wasser von seinem Gewichte. Da nun die mit diesem Bley beschwerten Korke, wenn man ihre beyde Gewichte zusammen nimmt, jetzo 1285 Gran ausmachen, und wir nun 4 Kubikzoll Wasser annehmen, den Kubikzoll Wasser zu 314 Gran, so bekommen wir 1256 Gran. Wenn nun diese von dem obigen Gewichte der 1285 Grane des beschwerten Korks abgezogen werden, so bleiben 29 Gran Unterschied; und da wir wissen, daß das Bley ohne Kork diese 29 Gran von seiner Schwere verlieret, so findet man, daß diese Rechnung richtig ist.

§. 125.

Aus dieser Betrachtung finden wir folgende Regeln. 1) Ein eingetauchter Körper von leichterer Art, muß mit der äussern Gewalt, die ihn eingetaucht erhält, der eigenthümlichen Schwere der flüssigen Materie gleich seyn.

2) Wird

2) Wird daher diese äussere Gewalt weggenommen, so kann der eingesenkte Körper nicht mehr ruhen, er muß aufwärts steigen, und zwar mit dem Unterschiede der besonderen Schwere der in einander wirkenden Körper.

3) Je größer demnach dieser Unterschied ist, desto schneller muß auch der Körper in die Höhe steigen, und also muß auch die Gewalt um desto grösser seyn, die denselben untergetauchet erhalten soll.

Es muß also ein jeder eigenthümlich leichterer Körper auf einer schweren flüssigen Materie schwimmen, und wenn er eingetauchet wird, so muß er sich selbst gelassen in die Höhe steigen. Wird man aber auch diesen Satz umkehren und sagen können: Ein Körper der auf einer flüssigen Materie schwimmet, oder in derselben in die Höhe steiget, muß eigenthümlich leichter seyn, als die flüssige Materie? Diese Frage geht entweder auf die eigenthümliche Schwere des Ganzen, oder auf die eigenthümliche Schwere der Theile. Bey der ersten kann kein Bedenken entstehen, selbige zu bejahen, denn sie folgt aus dem Begriffe der eigenthümlichen Schwere. Diese letztere aber verdient eine genauere Untersuchung.

§. 126.

Das Schwimmen eines Körpers ist eine Wirkung, die ihren Grund in einem Mangel der Schwere hat. Ein Mangel in der Schwere setzet eine geringere Masse voraus. Also ist das Schwimmen

men eine Wirkung, deren Ursache in der geringern Masse zu suchen ist, die dem Körper in eben dem Raume mit der flüssigen Materie zukömmt. Alles also was machen kann, daß der Körper unter einerley Masse einen größern Raum einnimmt, als er vormalen einnahm, das muß auch verursachen, daß er eigenthümlich leichter, folglich zu schwimmen bestimmt werden könne. Dieserwegen kann ein Körper, dessen Theile für sich betrachtet, eigenthümlich schwerer, als die flüßige Materie sind, auf eine gedoppelte Art zum Schwimmen gebracht werden: Einmal dadurch, daß seine Theile eine Gestalt erhalten, dadurch sein Raum merklich vergrößert wird, denn auch zum andern dadurch, daß er mit andern leichtern Körpern also verbunden worden, daß er sich nicht senken kann, ohne diese mit unterzutauchen. Von der ersten Art soll uns folgender Versuch überzeugen. Ich nehme eine Bleykugel, die ich in den Form eines Schiffchens dünne geschlagen habe, wenn ich nun solches auf das Wasser setze, so wird es schwimmen, ob es gleichwohl eines der schwersten Metalle mit ist. Dieses Bley woran Niemand zweifeln wird, daß seine Theile eigenthümlich schwerer sind, als die Theile des Wassers, schwimmet wegen seiner Figur, vermöge welcher es nicht die Schwere besitzet, die erfordert wird, so viele flüssige Materie aus der Stelle zu treiben, als ihm dem Raume nach gleich ist.

§. 127.

Zum andern, wenn der eigenthümlich schwerere Körper, mit Körpern von leichterer Art verbunden ist; so ist zwar seine eigentliche Ausdehnung nicht wirklich vergrößert; man muß ihm aber doch wegen der mit ihm verbundenen leichten Körper, als einen solchen betrachten, der eine vergrößerte Ausdehnung erhalten hat. Denn derselbe kann sich anjetzo nicht senken, woferne er nicht so viel flüssige Materie aus der Stelle treibet, als der Raum beträgt, den er selbst und die mit ihm verbundenen Körper einnehmen. Wenn demnach das Gewicht der aus der Stelle zu treibenden flüssigen Materie größer ist, als das Gewicht der schweren und der mit ihm verbundenen leichten Körper zusammen genommen, so muß er allerdings schwimmend erhalten werden. So schwimmen z. B. Menschen auf umgebundenen Blasen, oder auf zusammen gebundenem Schilf, oder auch vermittelst der Schwimmgürtel oder Scaphander; hohle gläserne oder metallene Kugeln, Bouteillen, Schiffe, Pontons u. s. w. So schwimmet auch ein Stein, der an einem hölzernen Körper gebunden ist, dessen Größe in der Länge Breite und Dicke seinem Triebe sich unterwärts zu bewegen, genug zu widerstehen vermag. Dieses sind nun die vornehmsten Gesetze und die daraus folgenden Erscheinungen, von derjenigen Wissenschaft, welche den Namen der Hydrostatik führet.

Ende des ersten Theils.

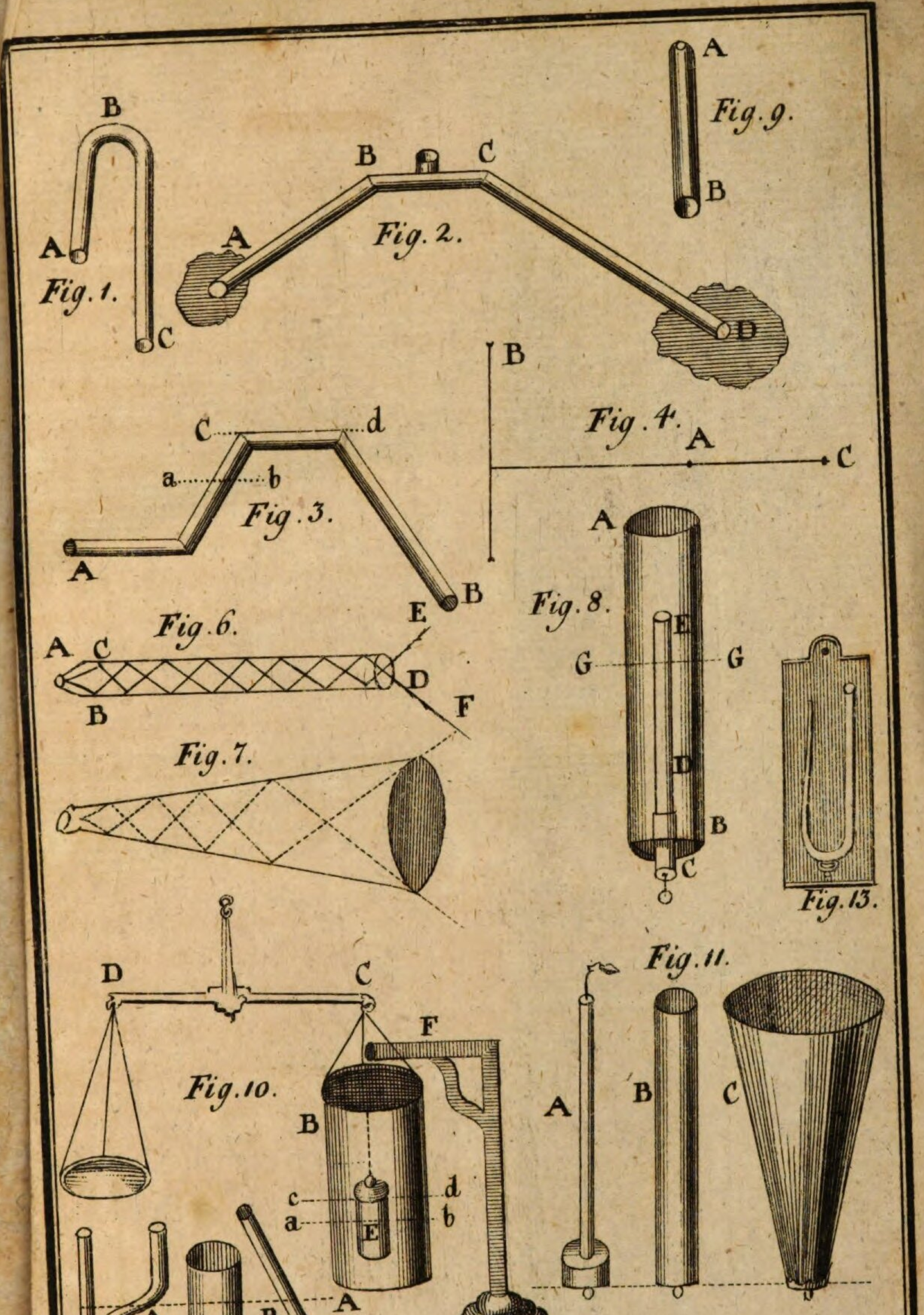
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.

1+2 = XX -
Okt. 84
6194

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Heppe, Johann Christoph, 1745-1806

Lehrbuch einer Experimental-Naturlehre für junge Personen und Kinder zu eignen Vorlesungen bestimmet

Bd.: Erster Theil

Gotha 1788

Phys.g. 170-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131188-3
VD18 80011780